



저작자표시-비영리 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공기업정책학 석사 학위논문

민자 고속도로와 재정고속도로
효율성 비교

- DEA 분석을 중심으로 -

2013년 8월

서울대학교 행정대학원

공기업정책학과

김 욱 진

민자 고속도로와 재정고속도로 효율성 비교

- DEA 분석을 중심으로 -

지도교수 박 상 인

이 논문을 공기업정책학 석사 학위논문으로
제출함

2013 년 5 월

서울대학교 행정대학원

공기업정책학과

김육진

김육진의 석사 학위논문을 인준함

2013 년 6 월

위 원 장 _____ 구 민 교



부위원장 _____ 정 용 덕



위 원 _____ 박 상 인



국 문 초 록

본연구의 목적은 1990년대 이후 국가재정부족으로 천안-논산고속도로 등 SOC 부문에 약 36조의 민간 자본이 투입되었으나 경쟁을 통한 국민편익 증가 및 요금인하라는 긍정적 효과 보다는 과도한 통행료 인상 및 최소수익보장제도(MRG)로 인한 정부의 재정 부담 증가 등 각종 문제점이 발생하였다. 이에 따라 실제 민자 고속도로가 사업 취지대로 재정 고속도로에 비하여 효율적으로 건설 및 유지관리 운영되어 지고 있는지에 대한 검토하기 위하여 현재 공용중인 9개의 민자 고속도로와 재정고속도로에 대하여 DEA 모형(자료포락분석)을 이용하여 건설, 유지관리, 수익 효율성에 대하여 살펴보았다.

건설효율성 평가를 위하여 재정사업 15개 노선과 민자 사업 9개 노선과 유지관리 및 수익 효율성분석을 위하여 민자 고속도로 9개 노선과 한국도로공사에서 유지관리 및 통행료 수납 업무를 담당하는 8개 지사를 선정하여 실제 수집된 자료를 가지고 윈도우용 DEA 분석소프트웨어인 EMS 3.1을 사용하였다.

첫째로, 15개 재정사업과 9개 민자 사업의 건설효율성에 대하여 DEA 분석결과 재정고속도로가 더 효율적인 것으로 나타났다. 재정고속도로에 비하여 민자 고속도로가 건설이 비효율적인 이유는 국가재정사업의 경우 최저가 경쟁 입찰을 하기 때문에 건설에 참여하는 업체들 간에 경쟁을 통하여 설계가 대비 낙찰률이 평균 70% 미만으로 설계가에 비하여 훨씬 적은 비용으로 고속도로 건설이 가능한데 비하여 민자 고속도로의 경우 사업 착수 단계부터 경쟁이 거의 없었고, 또한 공사착수 후 컨소시엄에 참여한 업체가 SPC를 설립하여 투자지분율대로 공사 시공을

함에 따라 사실상 수익계약으로 공사를 발주하는 것처럼 재정사업에 비해 독점 이익을 가져가는 등 많은 비효율성이 있는 것으로 나타났다.

두 번째로 민자 고속도로와 재정고속도로 중 한국도로공사가 관리하는 8개지사의 유지관리 효율성을 분석한 결과 전반적으로 민자 사업자가 효율적인 것으로 나타났는데 이는 당초 인건비 항목을 투입변수로 선정할 때 일반직원의 인건비는 유지관리 업무에 종사하는 모든 인원의 인건비를 포함할 계획이었으나, 실제 기업공시시스템(DART) 자료 확인결과 유지관리비 중 많은 부분을 차지하는 통행료 수납이나 안전순찰 등의 비용을 인건비로 계리하지 않고 용역비에 포함되어 인건비의 비중이 상대적으로 적어 효율성이 우수한 것으로 나타난 것으로 보인다.

세 번째로 민자 고속도로와 재정고속도로에 대한 수익효율성에 대하여 분석 결과 전반적으로 민간 사업자가 관리하는 구간이 한국도로공사에서 관리하는 구간에 비하여 훨씬 효율적이었다. 이는 재정고속도로보다 민자 고속도로가 통행료 인상 등이 훨씬 용이한 점에 기인하는 것으로 보이며, 한국도로공사의 경우 정부의 물가통제 정책으로 인하여 쉽게 통행료 인상이 어려워 민간고속도로의 비하여 수익효율성이 떨어지는 것으로 보인다.

현재 민자 고속도로 통행료는 도로공사가 관리 하는 고속도로 통행료보다 평균 0.9~2.9배 정도 높으나 한국도로공사의 통행료는 공공요금으로 정부의 물가인상 억제 대책 등 각종 제약 요인으로 인상에 어려움이 있으나 민자 고속도로 구간의 통행료는 매년 물가상승분만큼 인상되어 고속도로 이용 국민들에게 부담을 지우고 있다.

이상에서 살펴본바와 같이 아무리 좋은 취지로 제대로 도입한다고 해도 결국 민간사업자의 최종적인 목표는 이윤극대화가 될 수밖에 없다. 따라서 도입 취지대로 민자 고속도로가 재정고속도로와 경쟁을 통하여 긍정적인 효과가 발생하기 위해서는 사업 착수 단계부터 총사업비 관리

,정확한 교통수요, 부정확한 교통수요예측에 대한 불이익을 부과하여 과도한 운영 수익보장으로 민자 사업자의 수익증대 노력이 감퇴하는 도덕적해이가 나타나지 않도록 하여야 한다.

주요어 : 자료포락분석(DEA), 민자 고속도로, 재정고속도로, 사회간접자본, 효율성

학 번 : 2012-22755

목 차

제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구 배경 및 목적	1
제 2 절 연구의 범위	10
제 3 절 연구의 방법	12
 제 2 장 이론적 논의와 선행연구 검토	14
제 1 절 민간투자사업	14
1. 민자 유치의 개념 및 특성	14
2. 민간 투자 사업제도 개관	16
제 2 절 성과평과와 효율성 측정	22
1. 효율성 개념	22
2. 효율성 측정을 위한 방법들	23
3. 자료포락분석(DEA)모형	26
제 3 절 선행연구 검토	28
1. 민간투자사업에 대한 선행 연구	28
2. DEA를 이용한 효율성측정에 관한 선행 연구	28
 제 3 장 분석 모형의 설정 및 분석틀	30
제 1 절 투입 및 산출 변수 선정	30
1. DEA를 통한 효율성 측정	32
2. 평가 모형	33
3. 투입과 산출 지표	36
제 2 절 표본 추출과 자료 수집	37
1. 표본추출 대상 선정	37

2. 표본 추출 및 통계자료 수집	37
3. 민자사업 현황	39
제 3 절 본연구의 분석 틀	47
 제 4 장 DEA에 의한 효율성 분석 및 평가	48
제 1 절 고속도로 건설 효율성	50
1. 투입변수, 산출변수, 기술 통계량	50
2. 고속도로 건설 효율성 분석	52
3. 민자와 재정고속도로 건설단가 비교	57
제 2 절 고속도로 유지관리 효율성	59
1. 투입변수, 산출변수, 기술 통계량	59
2. 고속도로 유지관리 효율성 분석	61
제 3 절 고속도로 수익 효율성	68
1. 투입변수, 산출변수, 기술 통계량	68
2. 고속도로 유지관리 효율성 분석	69
3. 민자와 재정고속도로 건설단가 비교	73
 제 5 장 결론 및 정책적 제언	75
제 1 절 연구의 요약 및 결론	75
제 2 절 정책적 제언	78
 참고문헌	81
Abstract	83

표 목차

[표 1-1] 교통혼잡비용	1
[표 1-2] 국가물류비 추이	2
[표 1-3] OECD 국가별 도로 현황	2
[표 1-4] 건물건설투자와 SOC 투자의 각종 유발 계수	3
[표 1-5] 민간투자사업 규모	4
[표 1-6] 재정사업과 민자사업	7
[표 1-7] 민자고속도로 MRG 정보 보전액	8
[표 1-8] 재정고속도로와 민자고속도로 통행요금 비교	9
[표 1-9] 연구 대상	11
[표 2-1] 민간투자사업법 및 시행령, 기본계획	14
[표 2-2] 민간투자 대상 사회기반시설 유형	15
[표 2-3] 민간투자사업의 제도 변천 과정	17
[표 2-4] BTO 와 BTL 방식 비교	18
[표 3-1] DEA/Window 분석 예시	35
[표 3-2] DEA/Window 분석의 특성	35
[표 3-3] 고속도로 효율성 분석을 위한 투입 산출 변수	36
[표 3-4] 건설 효율성 분석 대상 사업	37
[표 3-5] 유지관리, 수익 효율성 비교 대상 재정고속도로	39
[표 3-6] 민자고속도로 현황	40
[표 3-7] 인천공항고속도로 운영수입보장금 현황	41
[표 3-8] 천안-논산 운영수입보장금 현황	41
[표 3-9] 대구-부산 운영수익금 현황	42
[표 3-10] 최소운영수입보장 제도의 변천	45
[표 3-11] 최소운영수입 보장율 현황	45
[표 3-12] 민자고속도로와 재정고속도로 통행료 비교	47

[표 3-13] 투입 변수와 산출 변수	48
[표 4-1] 고속도로 건설 효율성 분석을 위한 변수선정	50
[표 4-2] 건설 효율성 표본 기술 통계량	50
[표 4-3] 건설효율성 비교 분석 표본	51
[표 4-4] CCR 모형과 BCC 모형의 건설 효율성 비교	53
[표 4-5] CCR 모형 건설 효율성 값	54
[표 4-6] BCC 모형 건설 효율성 값	55
[표 4-7] 재정고속도로 건설 효율성 값	56
[표 4-8] 민자고속도로 건설 효율성 값	56
[표 4-9] 연도별 생산자 물가 지수	57
[표 4-10] 2003년 기준 민자고속도로 km당 건설원가	58
[표 4-11] 2003기준 재정고속도로 km당 건설단가	58
[표 4-12] 유지관리 효율성 분석을 위한 변수 선정	59
[표 4-13] 유지관리효율성 기술 통계량	60
[표 4-14] 유지관리 효율성 비교 분석 표본	60
[표 4-15] 유지관리 효율성 분석 값	61
[표 4-16] 고속도로 운영관리 수탁 용역 현황	62
[표 4-17] CCR 모형 효율성 값	63
[표 4-18] BCC 모형 효율성 값	63
[표 4-19] CCR 모형 유지관리 효율성값	64
[표 4-20] 민자고속도로 유지관리 효율성 값(BCC)	65
[표 4-21] 재정고속도로 유지관리 효율성(BCC)	65
[표 4-22] 민자구간 연도별 km당 비용 현황	67
[표 4-23] 수익효율성 분석을 위한 변수 선정	68
[표 4-24] 수익 효율성 기술 통계량	68
[표 4-25] 수익 효율성 분석 샘플	69
[표 4-26] CCR 모형 연도별 비용 효율성 분석 결과	70

[표 4-27] BCC 모형 연도별 수익 효율성 분석 결과	70
[표 4-28] CCR 모형 연도별 효율성 증가값	72
[표 4-29] BCC 모형 연도별 효율성 증가값	72
[표 4-30] 민자구간 통행료와 도공 통행료 비교	73
[표 4-31] 한국도로공사와 민자구간 수익비용 비교 분석 ·	74

그림 목차

[그림 1-1] 교통 혼잡 비용 추이	1
[그림 1-2] 민간투자사업규모	5
[그림 1-3] 민간도로사업 구조	6
[그림 1-4] 재정고속도로와 민자고속도로 통행요금 비교 · 10	
[그림 2-1] BTO 방식	19
[그림 2-2] BTL 방식	19
[그림 2-3] 민간투자사업추진절차(1) 정부고시사업	20
[그림 2-4] 민간투자사업추진절차(2) 민간제안사업	21
[그림 3-1] 고속도로 관리 효율성 분석틀	49
[그림 4-1] 고속도로 km 당 건설단가	57
[그림 4-2] CCR 모델 수익 효율성 변동 추이	72
[그림 4-3] BCC 모델 수익 효율성 변동 추이	73

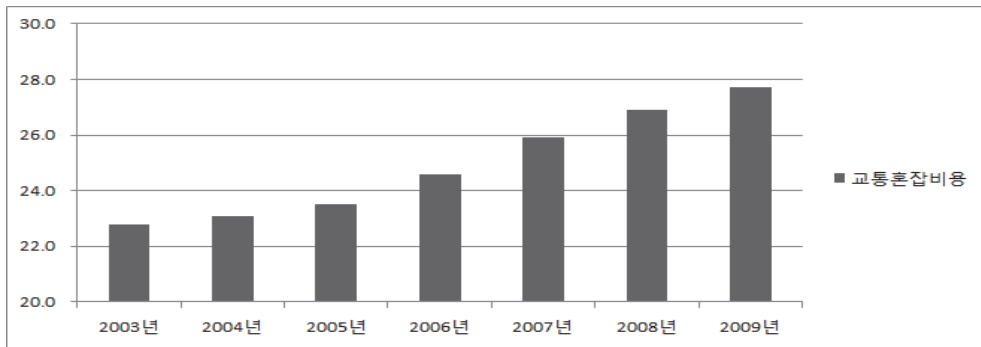
제 1 장 서 론

제 1 절 연구 배경 및 목적

사회간접자본은 국가경제 생산 활동에 직·간접적으로 많은 영향을 미치며 국가경쟁력이나 국민의 삶의 질과 밀접하게 관련 되어 있다. 도로, 철도, 항만, 물류, 다목적, 댐, 전기, 가스, 상하수도, 정보 통신 등으로 대별되는 SOC는 현대국가의 효율적 경영에 필수 불가분한 요소이다. 최근 우리나라뿐만 아니라 세계 각국은 사회간접자본의 부족으로 물류비가 증가되고 국가경쟁력이 약화되면서 사회간접 자본 시설 확충의 필요성을 절감하고 있다

[그림 1-1] 교통혼잡비용추이

(단위:조원)



[표 1-1] 교통혼잡비용

(단위:조원)

구분	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
교통혼잡비용	22.8	23.1	23.5	24.6	25.9	26.9	27.7
증감율(%)	3.2	1.3	1.7	4.6	4.2	5.1	3

자료 : 한국교통연구원(2010)

[표 1-2] 국가 물류비 추이

구분	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
국가물류비	90,114	87,889	95,792	100,515	107,479	120,262	115,499
GDP대비물류비 비율	11.8%	10.6%	11.1%	11%	11%	11.7%	10.8%
국가물류활동부가가치	60,902	55,537	59,670	60,758	62,704	65,626	64,646
국가물류활동부가가치비율	7.9%	6.7%	6.9%	6.7%	6.4%	6.4%	6.1%

자료 : 한국교통연구원(2012)

[그림 1-1], [표 1-1], [표 1-2]에서 보는 바와 같이 우리나라의 도로 교통 혼잡비용 및 국가 물류비는 꾸준히 증가하는 추세로 도로, 항만 등 교통부문의 사회간접자본의 확충이 절실히 필요한 실정이다.

OECD 국가별 도로현황에 따르면 한국은 인구1인당 도로연장 2.15m로 33위, 차량 1대당 도로연장 6.06m로 33위, 국토계수당 도로밀도는 2.52로 30위, 국토 자동차 계수당 도로밀도는 2.52로 30위 등 전반적으로 도로부분의 사회간접자본은 선진국에 비하여 열악한 실정이다.

[표 1-3] OECD 국가별 도로 현황

(단위:km)

총도로 연장				
계	고속도로	국도	지방도	기타
105,931	3,913	13,819	18,138	69,250

도로전체 연			고속도로 연장			차량당 인구수 (인/대)	국토계수당 도로밀도 (km/㎡ *천명)	국토,자동차계수당 도로밀도 (km/㎡ *천대)
인구 1인당 (m/인)	국토 면적당 (m/㎡)	차량 1대당 (m/대)	인구 1인당 (m/인)	국토 면적당 (m/㎡)	차량 1대당 (m/대)			
2.15 (33위)	1,051.62 (19위)	6.06 (33위)	0.08 (22위)	37.82 (5위)	0.22 (19위)	2.81 (27위)	1.50 (30위)	2.52 (30위)

자료 : 국토해양부(2012)

따라서 우리나라의 경제가 정상적으로 발전하여 선진국 수준으로 진입하기 위해서는 고속도로 등 사회간접자본시설 확충을 통한 혼잡비용 해소가 무엇보다도 중요한 과제를 일깨워 주고 있다. SOC 시설은 다른 생산 활동에 간접적으로 기여하는 자본시설이므로 경기의 호·불황 여부와 상관없이 꾸준히, 선행적으로 투자 되어야 한다. 표[1-4]의 한국은행에서 발표한 건설투자의 경제적 파급효과에 따르면 지난 1998년을 기준으로 건설부문중 SOC의 투자 유발계수는 1.891이고 수입유발계수는 0.131로 31,066명을 고용하는 효과가 있는 것으로 나타났다. 이는 SOC부문에서 1조원을 투자하면 1조8천910억의 투자유발효과와 1천310억의 수입유발효과가 나타난다는 것이다(채연태 2012)

[표 1-4] 건물건설투자와 SOC 투자의 각종 유발계수 추이

구분		1990	1995	1998	
건설건물투자	생산유발계수	1.993	2.066	1.911	
	부가가치유발계수	0.844	0.848	0.847	
	수입유발계수	0.156	0.152	0.153	
SOC 투자	총괄	생산유발계수	1.979	2.115	1.891
		부가가치유발계수	0.840	0.862	0.869
		수입유발계수	0.160	0.138	0.131
	도로	생산유발계수	1.944	2.118	1.884
		부가가치유발계수	0.877	0.898	0.907
		수입유발계수	0.123	0.102	0.093
	철도	생산유발계수	2.315	2.469	2.185
		부가가치유발계수	0.803	0.812	0.823
		수입유발계수	0.197	0.188	0.177
	항만	생산유발계수	1.804	2.049	1.947
		부가가치유발계수	0.887	0.894	0.895
		수입유발계수	0.113	0.106	0.105
	공항	생산유발계수	2.233	2.383	1.871
		부가가치유발계수	0.844	0.861	0.887
		수입유발계수	0.156	0.139	0.113

자료 : 한국은행(2001)

그러나 SOC투자의 경제적 과급효과가 큼에도 불구하고 1990년대 이후 복지에 대한 수요 증가로 국민의 조세부담이 현저하게 늘어남에 따라 사회간접자본에 대한 투자수요를 충족할만한 재정의 확충이 사실상 불가능하게 되었다. 따라서 정부는 재정부족을 해소하기 위해 사회간접자본 시설에 대한 민간자본 유치를 본격 추진하였으며, 또한 SOC부문에 민간의 참여시킴으로서 사회간접자본시설의 건설 및 운영에 시장 메카니즘을 도입하여 사업의 효율화나 이노베이션 등에 따른 이익을 얻고자 하였다.

이에 따라 1994년 『민자 유치 촉진법』을 제정한 이래 1998년 『사회간접자본 시설에 관한 민간투자법』으로 민간투자법으로 대폭 개정하고 2004년 『사회기반시설에 대한 민간투자법』으로 다시 개정하여 적극적으로 민간투자를 유치함에 따라 [표 1-5], [그림 1-2]에서 보는 것처럼 2003년도부터 2007년까지 지속적으로 민간투자 사업규모는 증가하였으나 서브프라임 모기지 사태를 발단으로 2007년 이후 우리나라도 부동산 가치하락 등 경제 여건이 불안정으로 투자규모가 다시 감소 추세로 돌아서고 있다.

[표 1-5] 민간투자사업규모

(단위:억원)

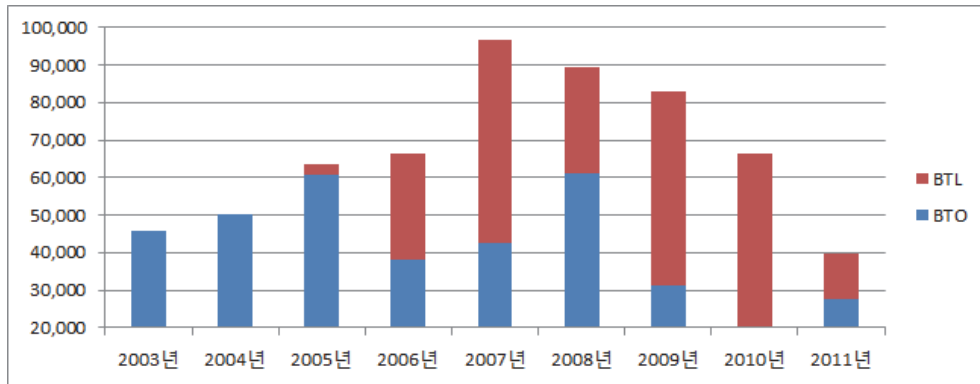
구분	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
BTO	45,589	50,116	60,679	37,956	42,701	60,934	31,380	18,911	27,424
BTL	-	-	2,820	28,251	53,926	28,470	51,566	47,330	12,149
합계	45,589	50,116	63,499	66,207	96,627	89,404	82,946	66,241	39,573
누계	225,874	275,990	339,489	405,696	502,323	591,727	674,673	740,914	780,487

자료 : 기획재정부 e-나라지표

고속도로 부분은 정부에서 중점적으로 추진한 대표적인 민자유치 사업으로 인천공항고속도로를 시작으로 현재 9개의 민자 고속도로가 완공

되어 운영되고 있으며 안양-성남 등 11개 노선이 공사 착공 또는 준비 단계에 들어가 있으며, 전체적으로 24개 사업¹⁾에 연장 928.8 km, 총사업비 36조 6,846 억원에 달한다(국토해양부 2012)

[그림 1-2] 민간투자사업 규모



민자 고속도로는 준공 후 소유권이 정부 등에 귀속되고 일정기간 (20-30년간)동안 민자 사업자가 시설관리운영권을 갖는 방식(BTO)²⁾으로 추진되며, 기존의 재정고속도로와 달리 민간이 재원을 마련하여 고속도로를 건설하고 정부에 해당 고속도로를 기부 채납한후 정부로부터 관리 운영권을 받아 운영수입으로 투자금을 회수하는 방식으로 운영되는데 자세한 내용은 [그림 1-3]과 같다

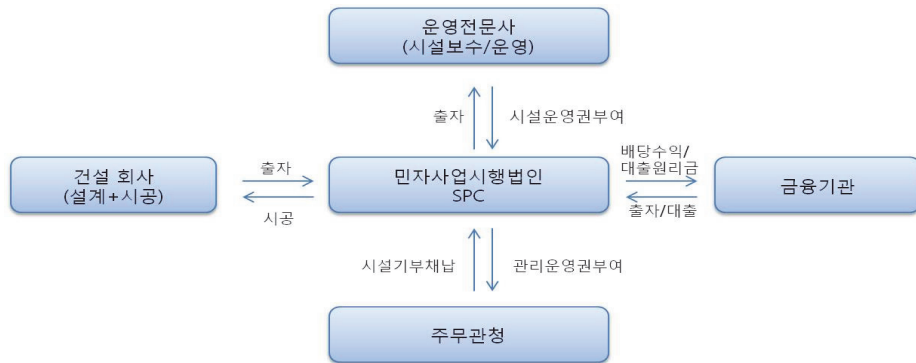
민간도로사업의 경우 건설회사는 SPC에 지분을 참여하여 해당 시설에 대한 시공권을 확보하여 시공을 담당하며, 금융기관은 배당을 목적으로 하는 지분 출자와 원금 및 이자지급을 목적으로 하는 대출 방식으로 참여하며, 은행, 보험사, 연기금, SOC 펀드 등이 역할을 담당한다. 전문 운영사는 고속도로 준공후 SPC로부터 시설운영권을 부여 받아 시설보수 및 운영을 하는 기관으로 대부분의 민자 사업의 경우 SPC가 고속도로

1) 국토해양부(2012) 도로업무 편람 pp 306-307

2) 준공(Build)되면 소유권은 정부에게 넘어가고(Transfer) 사업시행자는 20-30년간 운영권(Operate)을 갖는 방식의 약자(BTO)

준공후 운영 전문사가 되는 경우가 대부분이다. 주무관청은 대상사업을 지정, 관리 및 운영의 전반을 관리, 감독하는 기관으로 민자 고속도로의 경우 국토해양부가 주무관청이 된다.

[그림 1-3] 민간 도로사업의 구조



민간도로사업과 재정사업의 주요한 차이는 표[1-6]과 같으며 가장 중요한 차이는 통행료 산정방식으로 재정사업은 정부의 요금정책 및 국민경제부담을 감안한 요금으로 적자 노선의 요금을 흑자노선에서 보충하는 통합채산제³⁾이다. 이에 비하여 민자 사업의 통행료는 투자비와 기회비용을 30년 동안 회수할 수 있는 요금으로 당해 노선만을 반영한 독립

3) 통행료를 받는 기간은 건설비, 유지보수비, 운영비, 차입금 등이 모두 회수될 때 까지로 하며 별도의 이윤은 받지 않고 있다. 고속도로의 통행료는 국토의 균형 발전과 고속도로 관리 정책의 일관성 확보를 위하여 전체 고속도로를 하나로 하는 통합채산제를 채택하고 있다. 통합채산제를 채택하고 있는 이유는 고속도로에는 경인·경부선처럼 일찍이 건설된 노선과 서해안선·중부 내륙선처럼 뒤늦게 건설된 노선이 있어 시기에 따라 건설비용과 교통량에 큰 차이가 있기 때문이다. 먼저 개발된 노선의 이용자와 인근 주민은 고속도로의 혜택(낮은 건설비, 많은 교통량, 개발에 따른 지역발전)을 조기에 받고싼 요금을 짧은 기간 동안 내는 반면, 나중에 개발된 노선의 이용자와 인근 주민의 경우 오랫동안 고속도로 건설을 기다렸지만 여건 변화로(높은 건설비, 적은 교통량) 비싼 통행료를 장기간 내야하는 것은 불합리하다. 따라서 통행료 수납은 전체 고속도로의 총비용을 전 노선에서 얻은 총수입으로 회수하는 기간 동안으로 하는 통합채산제로 운영하고 있다.(한국도로공사 내부자료)

채산제로 운영된다. 따라서 재정사업의 투자 결정이 경제적 타당성이나 지역 개발효과 등 공공적 편입비용 분석을 통하는 반면 민자 사업은 투자와 회수 비용에 대한 수익성 분석을 통하여 이루어지며, 재정사업이 중장기 투자 계획에 의하는 반면 민자 사업은 수익성을 전제로 하는 정부고시나 민간이 제안하여 사업이 선정된다.

[표 1-6] 재정사업과 민자 사업

구 분	재정 사업	민자 사업
발주청	한국도로공사	민간사업자
관련근거	한국도로공사법, 고속국도법	민간투자법
사업선정	중장기 투자계획	수익성 전제 정부고시 또는 민간제안
재원조달	정부출자 및 도공자체조달	민간직접출자 및 Project Financing을 통한 금융차입
투자결정	공공적 편입비용 분석 (경제적타당성, 지역개발효과)	투자과 회수비용에 대한 재무 등 수익성분석(재무적 타당성)
권한근거	국토부 권한 대행공고	실시협약 및 실시계획승인(국토부↔민간사업자)
사업비조달	정부재정+도공조달	자기자본+타인자본+정부보조
통행료산정	정부 요금정책 및 국민경제부담을 감안한 요금(통합채산제)	투자비와 기회비용을 일정기간(30년)동안 회수할수 있는 요금(독립채산제)

자료 : 최봉환외 (2009)

고속도로 부문에 민간투자를 유치하여 민간부분에 개방한 결과 당초 기대했던 경쟁을 통한 국민편익증가 및 요금인하 라는 긍정적인 효과 보다는 과도한 통행료 인상 및 최소수입 보장방안(MRG)⁴⁾에 대한 재정

4) 최소운영수익보장(MRG ; Minimum Revenue Guarantee)는 1990년대 후반 외환위기로 부진해진 사회간접자본(SOC) 민간투자를 확대하기 위해 최소운영수익을 정부에서 보장해주는 것으로 민간이 예측한 수요를 기반으로 추정된 수

부담 증가 등 각종 문제점이 쏟아지고 있다 민자 고속도로 사업은 수요 예측기관의 사전 수요예측을 기반으로 타당성 조사를 한 후 민간사업자와 협약을 맺고 추진하는데 실제 통행량이 예측 통행량에 미달하는 경우 최소운영수입을 보전해주고 있다. 최소운영수입보장제도는 2006년에 폐지되었으나 그전에 완공된 민자 고속도로에 대하여는 최소운영수입(MRG)을 보장해주고 있다. 현재 완공 운영 중인 민자 고속도로 중 최소운영수입을 보장하고 있는 민자 고속도로는 천안-논산 고속도로 등 9개로 교통량 수요예측기관의 예측교통량에 실제 교통량에 크게 미달되어 정부의 최소수입보장제도(MRG)에 따라 지급된 정부의 손실 보전액이 [표 1-7]에서 보는 것처럼 2009년까지 1조 2364 억원에 달하고 있다.

[표 1-7] 민자 고속도로 MRG 정부 보전액

구분	총투자비(억원)	사업기간	2009년예 측교통량 (대/일)	2009년실 제교통량 (대/일)	정확도	정부보전액(억원)		
						08까지	09년	계
인천공항	17,740	95-20	146,282	62,165	42.5%	6,347	986	7,333
천안-논산	17,297	97-02	60,034	60,034	57.4%	2,456	502	2, 958
대구-부산	27,477	01-06	62,127	62,127	55.3%	1,147	576	1,723
서울외곽	22,792	01-08	78,084	72,865	93.3%	△171	144	△27
부산-울산	14,777	01-08	35,609	18,599	52.2%	-	317	317
용인-서울	15,256	05-09	153,250	80,082	52.3		24	24
서울-춘천	21,833	04-09	44,923	29,118	64.8		36	36
서수원-평택	16,869	05-09	37,480	14,269	38.1%		-	-
인천대교	15,201	05-09	34,779	25,086	72.1%		-	-
합계	168,942		654,577	372,991	57%	9,779	2,585	12,364

자료 : 국토해양부, 국회예산정책처(2013)

입보다 실제 수입이 작을 경우 일정 비율(일반적으로 80%) 이상을 운영기간동안 보장해 준다. 예를 들어, 민간에서 수입이 100억이 나올 것이라 예상했는데 10억만 나올 경우, 정부에서 70억을 보태서 80%의 수익을 보장해 주는 제도

현재 민자 고속도로 구간의 통행료는 표[1-8]에서 보는바와 같이 한국도로공사가 관리하는 구간보다 최소 1.16배부터 최대 2.9배까지 통행료를 징수하고 있음에도 불구하고 매년 적자 보전 등을 이유로 민자 사업자가 지속적으로 통행료 인상을 요구하고 있다

[표 1-8] 재정고속도로와 민자고속도로의 통행요금 비교

노선	이용 거리	민자노선 통행료(A) ⁵⁾	도로공사 환산통행료(B) ⁶⁾	대비
인천공항	40.2	7,700	2,900	2.6배
천안-논산	81.0	8,700	4,300	2.02배
대구-부산	82.1	9,700	4,300	2.26배
서울외곽	36.3	4,500	2,700	1.67배
부산-울산	47.2	3,700	3,200	1.16배
용인-서울	22.9	2,000	2,000	1배
서울-춘천	61.4	6,300	3,600	1.75배
서수원-평택	38.5	2,900	2,100	1.38배
인천대교	1.3	5,800	2,000	2.9배

자료 : 한국도로공사 내부 자료(2013)

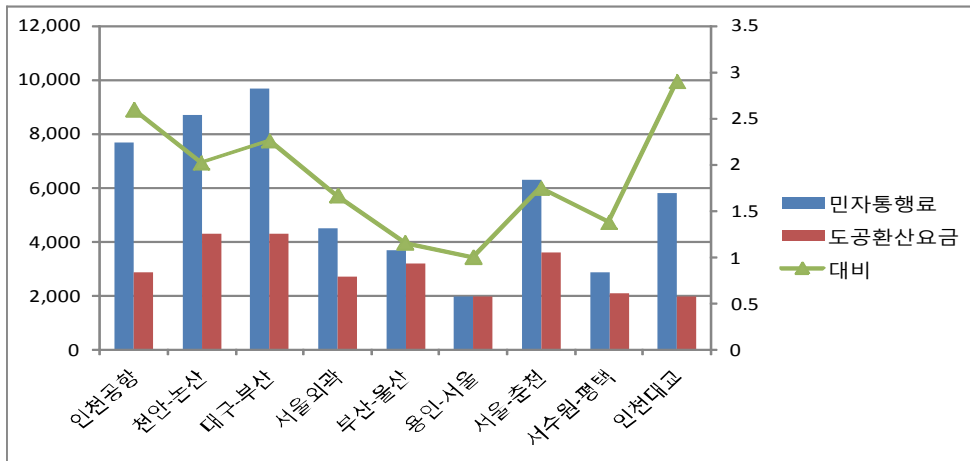
민자 고속도로는 1997년 사업 착수 이후 현재 9개 노선이 공용중에 있으며, 8개 사업 337.1km가 착수 중에 있으며, 향후에도 지속적으로 건설될 예정으로 이제는 민자 사업자가 운영하고 있는 고속도로가 민자 사업

5) 민자고속도로의 km당 요금은 시종점간 통행요금을 연장으로 나누어 산출, 한국도로공사의 연장 및 통행료는 서울-부산, 서서울-목포, 서울-강릉, 강릉-목포 4개구간의 평균값임

6) 도로공사의 통행료는 기본요금(900원) + (주행거리 * 차종별 km당 주행요금)으로 산정

도입 취지인 경쟁을 통한 국민편익증가 및 요금인하 등 한국도로공사에서 운영하는 재정 고속도로에 비하여 효율적으로 건설되고 운영이 이루어지고 있는지, 만약에 효율적으로 운영이 이루어지고 있지 않다면 문제점이 무엇인지에 대한 검토가 필요한 시점이다

[그림 1-4] 재정고속도로와 민자고속도로의 통행요금 비교



이러한 배경에서 이 논문은 현재 공용중인 민자 고속도로와 한국도로공사에서 운영하고 있는 재정 고속도로에 대하여 고속도로 건설, 운영관리 및 수익 효율성 측면에서 어떠한 차이가 있는지를 자료포락분석모형(DEA, Data Envelopment Analysis)모형에 의한 효율성한 실증분석을 통하여 살펴보고 정책적인 시사점을 찾고자 한다

제 2 절 연구의 범위

인천국제공항 고속도로 등 9개의 민자 고속도로가 전국적으로 운영되고 있으나 부정확한 교통수요예측에 대한 정부의 최소수입보장정책으로 과도한 재정 부담은 물론 적자 운영을 이유로 매년 통행료 인상을 요

구하여 국민경제의 부담을 주고 있다. 본 연구는 민간사업자가 운영하는 민자 고속도로와 한국도로공사에서 운영하는 재정고속도로 사이에 건설, 유지 관리, 수익성 차원에서 DEA에 의한 효율성을 분석, 비교하고자 한다

현재 고속도로는 건설 및 운영주체에 따라 정부에서 출자하여 한국도로공사에서 운영 중인 재정고속도로와 민간자본이 출자하여 운영 중인 민자 고속도로로 크게 구분할 수 있다. 일부 지자체에서 운영하는 도시고속도로가 있지만 이는 유로도로법의 적용은 받지만 고속국법의 적용은 받지 않기 때문에 본 연구대상에서는 제외 하였다. 연구대상은 현재 공용중인 민자 고속도로(인천공항 고속도로 등 9개 노선)과 한국도로공사가 운영 중인 고속도로로 시기적으로 2009년부터 2012년으로 한다.

[표 1-9] 연구 대상

구분	연구대상	비고
민자 고속도로	인천공항고속도로 등 9개 노선	
재정고속도로	안중-당진고속도로 등 15개 노선 영천지사 등 8개 지사	

재정고속도로의 연구대상을 고속도로 노선과 지사로 구분한 것은 재정사업의 경우 고속도로 건설은 안중-당진 고속도로와 같이 노선별로 독립기구(○○고속도로 건설 사업단)에서 하지만 건설이 완료되면 유지관리기관인 지사⁷⁾로 인계되어 운영이 되기 때문에 고속도로 운영 및 수익부분에 대하여 적절한 비교를 위하여 민자 고속도로 유지관리 운영사와 비슷한 규모와 유사한 기능을 산정하고 있는 지사를 비교 대상으로 선정하였다.

7) 한국도로공사에서는 전국의 고속도로를 교통량, 도로상황 등을 감안하여 평균 70 -80 km 규모로 나누어 52개 지사에서 통행료 수납 및 유지관리 업무를 담당하고 있다

제 3 절 연구의 방법

이 연구는 민자 사업자가 운영 중인 민자 고속도로와 한국도로공사 운영 중인 재정고속도로에 대하여 건설, 유지관리, 수익성 측면에서 각 부분에 대한 효율성에 대한 측정 및 비교를 통한 정책 개선점 도출이 주목적으로 현재 공용중인 민자 고속도로와 한국도로공사에서 운영하고 있는 고속도로를 연구의 대상으로 하며, 효율성 측정을 위해 DEA(Data Envelopment Analysis) 모형을 사용하고자 한다.

DEA모형은 유사한 서비스를 제공하는 조직 간의 상대적 효율성을 선형계획기법으로 평가하는 방법이다. DEA는 Farrell(1957)에 의해 개발되었고, Charnes, Cooper and Rhodes(1978)는 효율성을 측정하기 위하여 특히 공공부분에 적용될 수 있는 자료포락분석 모형을 도입했다. DEA는 기존의 단일평가 기준을 벗어나 복수투입물과 복수산출물을 가진 DMU(Desion Making Unit)의 효율성을 평가하는 다 기준 평가모형이다. 즉 DEA는 다수의 산출물을 생산하기 위하여 다수의 투입요소를 사용하는 단위들의 성과를 평가하는데 효과적으로 적용될 수 있을 뿐 아니라 투입-산출변환이 잘 알려져 있지 않은 경우나 회계 및 재무 비율이 별로 중요하지 않은 경우에 적용될 수 있으며, 특히 성과평가에 있어서는 전통적인 비율분석 방법과 다른 모수적 방법들에 비하여 많은 장점을 가지고 있다.(Than-Assoulis et al, 1996)(유금록 2004)

DEA는 투입중심(input oriented) 모형과 산출중심(output oriented) 모형으로 나눌 수 있는데 투입중심모형은 현재의 산출물 수준을 유지하면서 투입물의 수준을 최소화하는데 목적이 있다. 반면 산출중심모형은 현재의 투입물 수준을 유지하면서 산출물 수준을 최대화하는 것이다. 한편 투입/산출중심모형은 투입물의 최소화와 산출물의 최대화를 동시에 추구한다.(신성우 2011) 고속도로 운영에서 도로연장, 영업수익 및 교통량 등 산출물은 통제가능하지 않은 변수인 반면, 인원, 경비 등과 같은 투입물의 경우 통제 가능 변수이다. 그러므로 효율성 개선을 위해 투입

물 개선이 용이할 것이므로 투입중심 모형을 사용하여 분석을 하고자 한다. 고속도로 는 크게 건설 유지관리 및 운영의 3단계로 구분되는데, 본 연구는 DEA모형을 이용하여 건설효율성, 유지관리효율성, 운영효율성에 대하여 비교분석하여 정책적 시사점을 찾고자 한다(신종섭 2009)

연구에 필요한 각종 통계자료 및 분석 자료는 한국도로공사 내부자료, 국토해양부 등 정부기관 및 민자 고속도로 운영업체를 통하여 입수할 계획이다.

제 2 장 이론적 논의와 선행 연구 검토

제 1 절 민간투자사업

1.민자 유치의 개념 및 특성

민자 유치란 민간자본유치의 준말로써 국가 또는 지방자치단체 등 공공부문이 정부건물, 학교, 고속도로, 터널, 항만공사 등 공공시설의 건설과 운영을 위하여 부족한 재원의 일부 또는 전부를 민간부문으로부터 조달(민자유치)하고 대신 민간부문에게 사용료 징수 등을 통하여 일정 범위내의 공공시설의 운영 및 수익을 보장하는 제도라고 할 수 있다.

민자 유치사업의 법적인 근거인 『사회기반시설에 대한 민간투자법』에서는 법 제정 목적⁸⁾을 사회기반시설을 확충 운영 하여 국민경제의 발전에 이바지 하는 것이라고 말하며, 사회기반시설에 대한 민간투자법 및 시행령, 기본계획의 주요 내용은 표[2-1]과 같다.

[표 2-1] 민간투자사업법 및 시행령, 기본계획의 주요내용

구분	주요규정내용
민간투자법 및 시행령	<ul style="list-style-type: none"> ·민간투자사업추진방식,민간투자사업심의위원회의 설치 운영 ·민간투자사업기본계획의 수립 및 내용,민간부분의 사업 제안 ·사회기반시설사업의 시행을 위한 제반 조건 및 절차 ·사회기반시설의 관리 운영을 위한 사항 ·산업기반신용보증기금, 사회기반시설 투융자회사

8) 사회기반시설에 대한 민간투자법 제1조(목적) : 이 법은 사회기반시설에 대한 민간의 투자를 촉진하여 창의적이고 효율적인 사회기반시설의 확충·운영을 도모함으로써 국민경제의 발전에 이바지함을 목적으로 한다.

민간투자사업 기본계획	·사회기반시설의 분야별 민간투자 정책 방향 ·민간투자사업의 투자 범위, 방법 및 조건에 관한 사항 ·민간투자사업의 관리 및 운영에 관한 사항 ·민간투자사업의 지원 및 민간투자사업과 관련된 정책
----------------	--

자료 : 기획예산처 (2007)

『사회기반시설에 대한 민간 투자 사업법』 제 2조 1호에서는 "사회기반시설"이란 각종 생산 활동의 기반이 되는 시설, 해당 시설의 효용을 증진시키거나 이용자의 편의를 도모하는 시설 및 국민생활의 편익을 증진시키는 시설을 46개로 규정하고 있는데 다음과 같다.

[표 2-2] 민간투자 대상 사회기반시설 유형

분야	사회기반시설 유형
도로 (3)	도로 및 부속 시설물, 노외주차장, 지능형 교통체계
철도 (3)	철도, 도시철도, 철도시설
항만 (3)	항만시설, 어항시설, 신항만
공항 (1)	공항시설
수자원 (3)	다목적댐, 중수도, 하천시설
정보통신 (5)	전기통신설비, 정보통신망, 지리정보체계, 초고속정보통신망, 유비쿼터스 도시기발시설
에너지 (3)	전원설비, 가스공급시설, 집단에너지시설
환경 (5)	분뇨처리시설, 폐기물처리시설, 폐수종말처리시설, 분뇨(오수)처리시설 및 축산폐수공공처리시설, 재활용시설
유통 (2)	물류터미널 및 물류단지, 여객자동차 터미널
문화관광체육(9)	관광지 및 관광단지, 도시공원, 전문체육시설 및 생활체육시설, 청소년수련시설, 도서관, 박물관 및 미술관, 국제회의시설, 과학관, 문화시설
교육 (1)	학교시설
국방 (1)	군주거시설
주택 (1)	공공임대주택
보건복지 (4)	아동보육시설, 노인주거 노인의료, 공공보건의료, 장애인복지시설
산림 (2)	자연휴양림, 수목원

2. 민간 투자 사업 제도 개관

가. 민자 유치 대상사업

『사회기반시설에 관한 민간투자법』 제 2조에서 “사회기반시설이라 함은 각종 생산 활동의 기반이 되는 시설, 당해 시설의 효용을 증진시키거나 이용자의 편의를 도모하는 시설 및 국민생활의 편익을 증진시키는 시설 및 국민생활의 편익을 증진시키는 시설로서 그동안 국가재정으로 건설·운영하던 사회기반시설들을 민간투자제도를 통해 부족한 재정을 보완하여 사회기반시설을 조기에 확충하고 민간의 창의·경영기법을 활용하여 공공투자의 효율을 제고함은 물론 목표공기 준수로 사업편익의 조기 향유가능, 협약 상 확정된 총사업비 내 사업완료로 재정사업에서 발생하는 총사업비 증액 관행차단 가능, 민간사업자가 설계·건설·운영을 일괄 수행함으로써 시설물의 품질·안전 제고, 유지보수비용 절감가능민간의 재원으로 건설하고 민간이 운영함으로써 민간의 창의와 효율을 도모하고자 하는 목적으로 한다(국토해양부 2012)

나. 민간투자사업 제도 변천

우리나라 민간투자사업 제도는 표 [2-3]과 같이 크게 4기로 구분할 수 있는데 제 1기는 1994년까지 도로법, 항만법등 개별법에 의하여 추진되던 시기이고, 제 2기는 사회간접자본에 대한 민간자본투자유치촉진법이 제정된 이후부터 1999년까지로 제반여건의 미미로 추진 실적이 부진하였다. 제3기는 1999년부터 2005년까지로 정부재정부족으로 정부에서 적극적으로 지원함에 따라 민자 사업이 본격적으로 활성화된 시기이다. 제 4기는 2006년부터 현재까지로 과도한 민간 투자 사업에 대한 운영수입보장이 사회문제화 되자 이를 폐지 및 축소하였다. 민간제안사업은 수익성이 있는 사업에 대하여는 경쟁이 치열하였으나 금융위기 이후 사업이 지연되고 있다.(송병록 2002)

[표 2-3] 민간투자사업의 제도 변천과정

구분	기간	기간별 특성
제1 기	1968 ~ 1994	·개별법에 의한 산발적 민간투자사업 추진 -1968년부터 도로법, 항만법 등 개별법에 의해 추진
제2 기	1994 ~ 1999	·사회간접자본시설에 대한 민간자본투자유치촉진법 제정(1994.8) ·제반 여건의 미성숙 및 특혜 시비를 우려한 정부역할 회피와 규제로 추진실적 부진 ·민자유치 종합대책 수립 및 민간투자법 전면 개법
제3 기	1999 ~ 2005	·사회간접자본시설에대한민간투자법으로 전면개정 (1998.12) ·운영수입보장등 사업 위험 분담장치 강화로 민자사업이 본격적으로 활성화 ·개정된 민간투자법 시행 ·투자활성화를 위한 적극적정부 지원과 역할 분담 ·사회기반시설에대한 민간투자법으로 개정(2005.1)
제4 기	2006 ~ 현재	·민간투자사업 운영수입보장제도(MRG) 폐지 및 축소 -정부고시사업 MRG 축소 및 민간제안사업 MRG폐지(2006) -정부고시사업 MRG폐지(2009) ·민간제안사업 활성화로 제3자 경쟁이 치열하였으나 금융위기이후 사업 지연

자 료 : 채연태(2012)

다. 민자유치사업의 방식

민자 유치사업 방식은 시설의 건설(Build) - 운영(Operate) - 소유(Owernership) - 정부이양(Transfer)의 순서와 방법 등에 따라 BTO, BTL, BOT, BOO 등 다양한 방식이 있는데 대표적인 방식인 BTO와 BTL은 표 [2-4]와 같으며 현재 우리나라에서는 거의 모든 사업이 BTO 와 BTL로 이루어진다

[표 2-4] BTO와 BTL 방식 비교

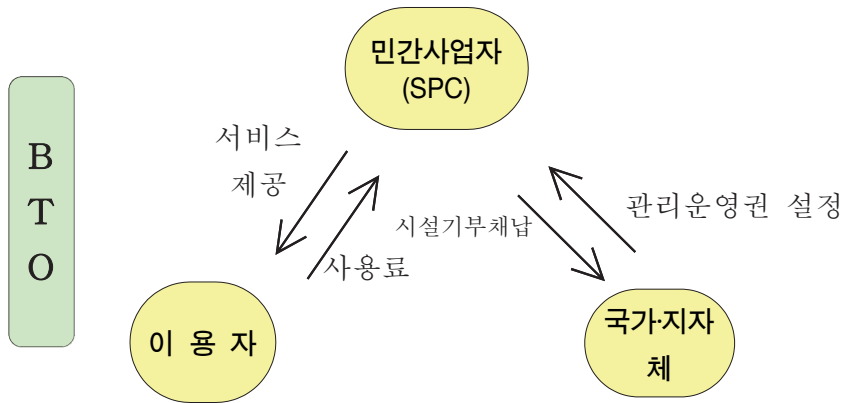
추진방식	Build-Transfer-Operate	Build-Transfer-Lease
① 대 상 시 설 성 격	· 최종사용자에게 사용료를 부과하여 투자비 회수가 가능한 시설(독립채산형)	· 최종사용자에게 사용료 부과로 투자비 회수가 어려운 시설(서비스구입형)
② 투자비 회 수	· 최종사용자의 사용료 (수익자부담원칙)	· 정부지급금 (정부재정부담)
③ 대표사업	· 민자 도로사업 및 공항 철도, 신분당선 등	· 전라선, 경전선 등 철도사업

자료 : 국토해양부(2012)

1) BTO방식

민간사업자가 프로젝트 시설의 준공(Build)과 동시에 그 소유권을 정부에게 이양하되(Transfer), 일정기간 동안 관리, 운영(Operate) 할 수 있는 권리를 갖는 형태로서, 정부는 재정 부담을 늘리지 않고 민간 자본 및 외국자본을 유치하여 인프라를 개발하는 형태로 지금까지 추진된 우리나라 SOC 민자 사업 대부분의 형태가 이에 해당된다.

[그림 2-1] BTO 방식

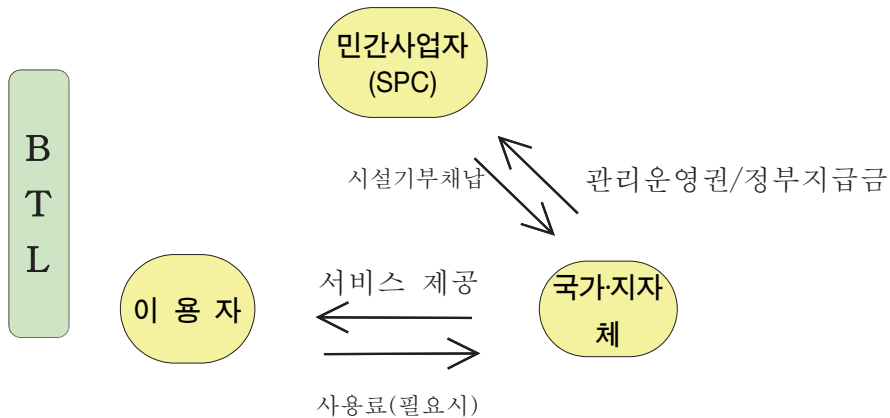


자료 : 국토해양부(2012)

2) BTL 방식

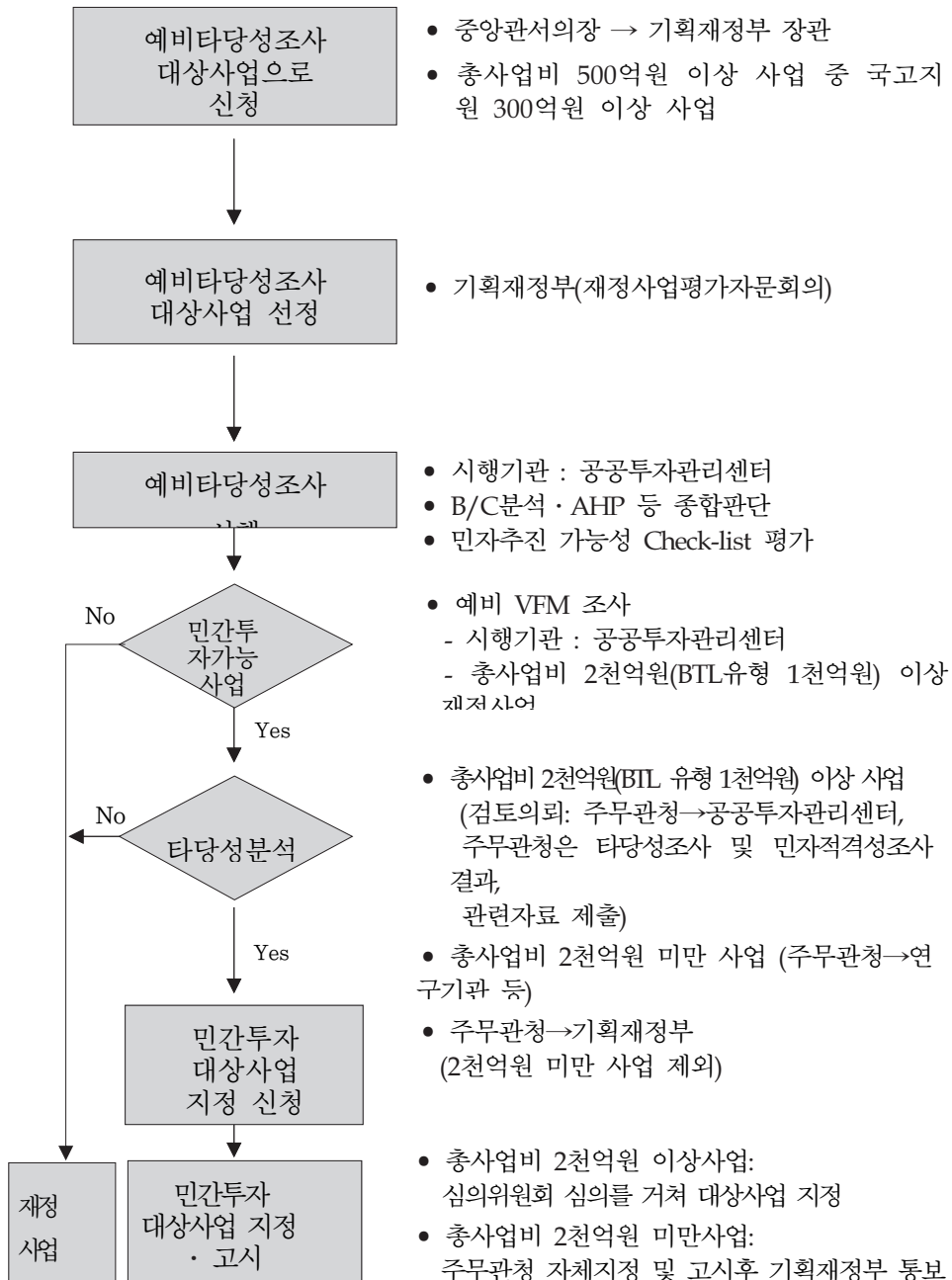
민간이 자기책임(설계 및 자금조달)하에 시설물을 건설한 후에 당해 시설물을 소유하며, 정부와 약정한 기간 동안 운영(운영자에게 리스로 임대)해 투자비를 회수한후 그 소유권을 정부에 무상 양도하는 방식이다

[그림 2-2] BTL 방식

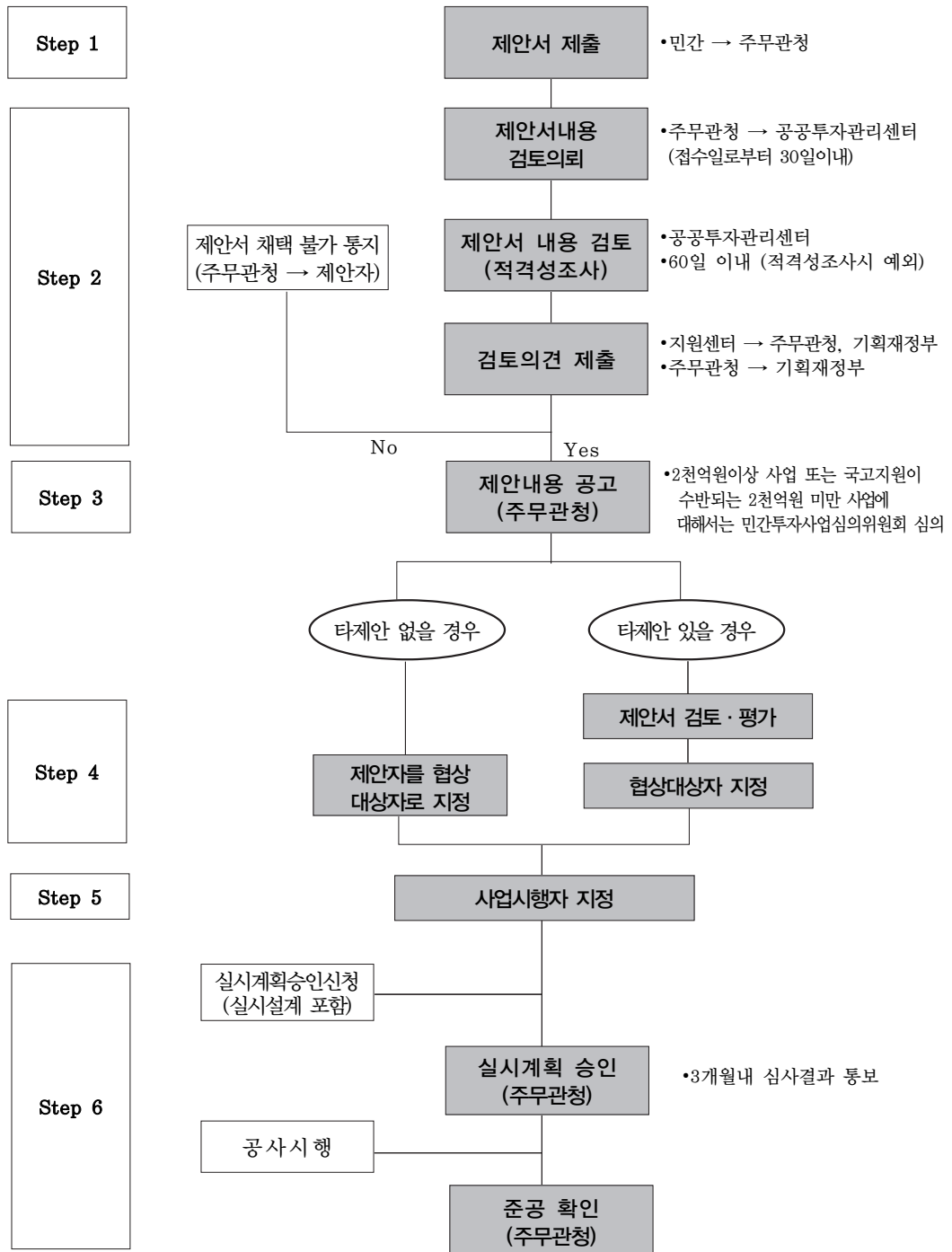


자료 : 국토해양부(2012)

[그림 2-3] 민간투자사업 추진절차(1) : 정부고시사업



[그림 2-4] 민간투자사업 추진절차(2) : 민간제안사업



제 2 절 성과 평가와 효율성 측정

1. 효율성 개념

효율성은 우리 일상생활에서 흔히 접할 수 있는 개념으로 일을 효율적으로 하거나 기계를 효율적으로 하여 생산성을 높이려고 노력 한다. 일반적으로 어느 기업이 지속경영이 가능한지 여부를 판단하고 경쟁력 있는 기업인지 여부를 확인하기 위하여 해당 기업의 효율성을 추정하고 평가한다. 효율은 대체로 투입한 노력이나 자원 대비 거두어 드린 노력의 성과의 비율을 말하며 상대적으로 효율성이 높다는 것은 동일한 자원을 투입하고 더 높은 성과를 거두었거나, 동일한 성과를 얻는데 소요된 자원이 더 적다는 것을 말한다.(이정현, 오동현 2012) 따라서 이러한 효율성은 정의가 다양하지만 기본적으로 투입요소와 산출요소의 관계로 나타낸다.

효율성과 유사한 개념으로 효과성(effectiveness)은 목표 성과 대비 실제로 얻은 성과의 비율로 효과성에서는 투입한 자원의 규모는 중요하지 않다. 생산성(productivity)은 투입대비 산출의 비를 나타내거나 가장 생산성이 큰 값과의 상대적인 비교를 나타내는 것이 아니라 투입 산출비 그 자체를 절대적으로 나타낸다.

Farrell(1957)은 기업들이 효율적 프론티어에서 얼마나 떨어져 있는가를 측정하는 거리개념의 효율성 측정방법을 제시하였다. 또한 효율성은 주어진 투입요소들을 통해 가능한 최대의 산출물을 생산할 수 있는지의 기술적 효율성(technical efficiency: TE)과 가격이 주어진 투입물을 최적으로 결합하여 최대의 산출물을 생산하는지에 대한 배분적 효율성(allocative efficiency : AE)으로 구분되며 이를 투입물효율성이라고 한다. 한편 다른 측면에서 최소의 단위비용으로 주어진 산출물 수준을 생산하는지를 측정하는 효율성 방법을 산출물 효율성이라고 한다.(유금록, 2004)

2. 효율성 측정을 위한 방법들

효율성을 측정하기 위한 방법은 여러 가지가 존재하고 있지만 그 방법은 비율분석법, 생산성 지수법, 함수접근법(회귀분석법), 비모수적 프론티어 효율성 측정방법 등을 대표적으로 꼽을 수 있다.

가. 비율분석법

비율분석법은 효율성 측정의 여러 가지 방법 중에서 비교적 쉽게 효율성을 측정할 수 있기 때문에 기업의 재무 및 경영실적 현황을 평가하는데 유용하게 활용하고 있는 분석 방법이다. 이러한 비율분석법은 재무비율, 비용-편입분석 및 비용-효율 분석 등의 여러 가지 형태로 활용되고 있으며, 이들 방법들은 동시 비교가 가능한 단일 또는 다수의 비율을 기초로 하고 있다.

이러한 비율분석은 특정 기업의 경영실적을 평가하는데 있어, 경제적인 의미가 있는 재무제표를 이용하여 기업의 경제적 실태를 설명해 줄 수 있는 재무비율을 계산한 후, 이를 바탕으로 자체적 기준 또는 산업표준비율과 비교하거나 재무비율 추이를 관찰하여 기업의 수익성, 유동성, 안정성, 성장성 등을 평가하는 방법으로 이루어 진다. (박만희 2008)

나. 생산성 지수법

기업의 생산성은 투입요소와 산출요소의 비율로 정의되는데, 이러한 생산성을 측정하기 위한 방법으로 지수 형태의 총생산성, 노동, 자본 등의 요소생산성과 총요소 생산성이 있다

총생산성의 경우 생산된 산출량에 대한 총 투입 요소의 비율로서 기업의 전체적인 효율성을 측정하는데 용이한 방법이며, 요소생산성은 투입요소 별 생산성을 측정하는데 유용하게 활용된다. 또한 총요소 생산성은 부가가치측면에서 생산성을 파악하고 있어 경제적 관점에서 유용한 생산성 측정방법이다. 이러한 총생산성지수법은 경영자에게는 기업 생산관리 차원에 정보를 쉽게 제공하여 줄 수 있다는 장점이 있다.

그러나 총 생산성 지수법은 다음과 같이 몇 가지 단점이 지적되고 있다. 첫째, 총생산성지수법에서는 생산성을 산출물과 투입요소를 금액으

로 환산하여 명목 생산성을 구하는데 그 과정에서 실질 생성성에 대한 왜곡이 발생할 수 있다는 문제점이 있다.

둘째, 총생산성지수법을 통해서는 비효율이 기업의 어떤 부분에서 발생하고 있는지 파악하기가 쉽지 않다. 따라서 기업의 생산성 및 효율성을 개선하는데 실질적인 도움이 되기 어렵다는 문제점이 있다.

다. 함수 접근법

함수 접근법은 기업의 산출물은 투입 수준에 따라 결정된다는 가정에서 실제 생산되고 있는 산출물 수준과 기대한 산출물 수준을 비교하여 효율성을 측정하는 방법을 말한다. 만약 주어진 투입요소를 활용한 기업의 실제 생산한 산출물 수준이 기대한 산출물 수준에 미달한다면 이 기업에 대하여는 효율성이 낮은 것으로 간주한다.

기본적으로 함수접근법은 모수적(parametric)방법이다. 즉 투입요소를 통해 생산되는 산출물에 대한 함수형태가 가정되어야 하는 접근법이다. 회귀분석법은 독립변수들과 종속변수간의 상호 연관성 여부 및 상관관계를 파악하고, 독립변수들이 종속변수를 어떻게 변화시키는지 추정하는 방법이다. 회귀모형에서는 산출변수 및 투입변수들의 무작위 오차항을 포함하며 이는 비효율성(inefficiency)을 반영하는 것으로 가정한다. 그러나 오차항으로 부터 비효율성을 분리하는 문제는 용이한 절차가 아니며 비효율성의 분포에 대한 강한 가정을 필요로 한다(김민정, 2006) 이러한 회귀분석은 기업이 속해있는 업종의 규모 및 범위를 개관할 수 있고, 다수의 투입요소들을 투입해 단일 산출물을 생산하는 기업의 효율성을 추정하는데 유용하고 사용되고 있다.

그러나 회귀분석은 다음과 같은 많은 한계를 보여하고 있다.

첫째, 회귀분석은 단일한 함수 형태를 가정하고 있어서 산출물이 단일 품목이어야 하므로 다수의 산출을 생산하는 기업체는 적합하지 않다.

둘째, 회귀분석은 최소자승법(least squares method)에 따른 평균성과 비교하여 기업의 상대적 효율성을 측정하는 분석법으로 최고의 성취를 위한 효율성을 구하는데 어려움이 있다.

셋째, 동일한 함수 모형에서도 산출물의 단위가 상이하거나 산출물의 가격 환산시 가격효과로 인해 그 결과의 왜곡이 발생할 수 있다.

라. 비모수적 접근법(자료포락분석)

앞에서 살펴본 함수적 접근법은 생산 혹은 비용함수의 모수(parameter)를 추정하는 전통적인 효율성 분석방법으로 관찰된 자료에서 경험적인 비용 프론티어 또는 생산 프론티어를 추정하여 효율성을 측정하려는 확률적 접근법(stochastic approach)이다. 이는 대부분의 경제학자들이 선호하는 방법이며, 등량곡선과 같은 생산함수의 형태가 알려져 있거나 통계학적으로 추정 가능한 경우이다. 이방법의 장점은 어떠한 가정도 통계학적인 검증을 시도할 수 있다는 점과 투입과 산출 간의 관계가 함수의 형태를 따른다는 것이다. 그러나 공공부문이나 서비스 부문과 같이 정확한 비용함수의 도출이 어렵고, 투입물과 산출물간의 객관적인 관계를 규명하기 어려움이 많은 경우에 있어서는 생산함수를 알수 없으며 또 이런 부문에서 생산함수의 효율성을 논의하는 것은 부적절할 수 있다.

이러한 전통적인 효율성 분석방법의 한계로 인해 분석의 가정 및 제약조건의 거의 없고, 다수의 투입물과 다수의 산출물을 가진 산업의 효율성 측정에는 비모수적 접근법이 유용하게 이용될 수 있다.

비모수적 접근법 중에서 자료포락분석(Data Envelopment Analysis : DEA) 모형은 Farrell(1957)의 효율성 개념을 기초로 Charnes, Cooper and Rhodes(1978)에 의해 제안되어 졌다. DEA모형은 유사한 형태의 경영활동을 하는 의사결정단위(Decision Making Unit: DMU)들의 상대적인 효율성을 측정하기 위해 만들어진 선형계획 기법의 방법론으로써 다수의 투입물(Input)과 다수의 산출물(Output) 자료를 이용하여 최상 실행단위(the best practice unit)를 지정한 후, 지정된 최상 실행단위와 비교하여 효율성을 평가하는 프론티어 접근법이다.

3. 자료포락분석(DEA) 모형

가. DEA의 특성

DEA분석방법이 최초 등장한 이후 여러 분야에서 효율성 분석을 하는데 사용되어 지고 있다. DEA는 평가대상의 직접적인 과급효과를 추산하는데 사용할수 없다는 단점이 있지만 상대적 개념에서 DEA의 효율성을 비교할 시에는 비교적 결과 해석이 쉽고 모든 평가 대상들이 납득할 만한 결과를 가져다 준다는 점에 매력적인 분석틀로 평가받고 있다(이동건 2010)

DEA 모형은 비효율적인 DMU(Decision Making Unit)의 효율성 개선을 위하여 벤치마킹(benchmarking) 대상을 찾는데 있다. 이를 위한 평가기준은 기본적으로 투입중심모형과 산출중심모형 그리고 투입/산출 중심 모형이 있다. 투입중심 모형은 적어도 현재 산출물을 유지하면서 투입물의 수준을 최소화하는데 목적이 있다. 반면에 산출중심 모형은 적어도 현재의 투입물 수준을 유지하면서 산출물의 수준을 최소화하는데 있다. 한편 투입/산출 중심 모형은 투입물의 최소화와 산출물의 최대화를 동시에 추구한다.

이러한 DEA분석은 주어진 자료를 이용하여 현실적인 등량곡선 또는 생산가능곡선을 비모수적 방법으로 추정하는 기법으로, 각 의사결정 단위 중 가장 효율적인 생산자를 찾아서 포락선을 추정한 후 비효율적인 생산자가 되는지를 분석하고, 잉여 투입량을 계산한다. 즉, 투입과 산출이 복수일 경우 조직이나 분석단위의 상대적 효율성을 비교, 측정이 가능하다(조임곤, 2011)

DEA의 방법론적 특징을 구체적으로 살펴보면 우선 DEA 기본모형에서 측정하고 하는 효율성은 기술적 효율성이다. DEA에서의 효율성은 기술적 효율성과 배분적 효율성으로 분류되는데 기술적 효율성이란 주어진 상대가격체계 아래에서 최적의 비율로 배합 할 수 있는 능력을 의미하며, 경제적 효율성은 이를 통합한 개념이라고 할 수 있다.(Farrell, 1957)

둘째, DEA는 경험적 프론티어를 형성하는 기법이다. 효율적인 조직들을 연결한 선을 경험적 프론티어라고 하고 그 안에 효율적인 조직들을 Best Practice(BP)라고 한다.(최호진 2005)

셋째 DEA는 상대적 효율성을 측정한다. 즉 상대적이란 특정 DMU의 효율성이 이와 유사한 투입산출 구조를 지닌 BP DMU들의 선형적 결합을 통해 구성하는 준거집단과의 비교를 통해 계산된다는 것이다

넷째, 이러한 준거집단은 비효율적인 DMU의 벤치마킹 대상이 되며, 비효율적인 DMU의 비효율 정도는 준거집단과 차이로 측정된다.DEA 모형은 의사결정단위들 간의 상대적 효율성 측정을 하는데 여러 가지 장점이 있다.

나. DEA모형의 장·단점

첫째 장점으로 DEA 모형이 생산함수의 형태에 대한 가정이 불필요한 비모수적 접근법(non parametric approach)이라는데 있다. 즉 DEA 모형은 정규분포에 의한 생산가능 집합만을 가정하여 효율성을 평가하기 때문에 평가대상인 DMU의 투입-산출 함수 관계를 알 필요가 없이 간단한 방법으로 효율성을 평가할 수 있는 것이다.

두 번째 장점으로 DEA 모형은 하나의 단일 요소로 구분하기 어려운 여러 투입요소와 산출요소를 다룰 수 있으며 투입물과 산출물의 측정단위가 상이하거나 화폐가치로 표시하기 어려운 투입 및 산출요소인 경우에도 효율성 측정이 가능하다는 장점이 있다.

세 번째 장점으로 평가대상인 의사결정 단위 중에서 효율적인 의사결정단위가 먼저 선정되고 이를 준거집단으로 한 나머지 의사결정단위에 대한 상대평가를 하므로 비효율적인 의사결정단위가 되기 위한 실현 가능한 목표치를 제시할 수 있으며, 동시에 그 비효율성의 정도와 원인을 구체적으로 제공하여 준다. 이와 같은 장점으로 인해 투입과 산출의 인과관계가 불명확한 공공기관, 학교, 은행, 병원 등의 효율성 측정에 있어서 널리 사용할 수 있다.

그러나 반면에 DEA는 단점으로 분석하려는 조직 전체에 비효율성

이 내재되어 있어 모든 분석 대상이 동일한 효율성을 가진다면 DEA를 통해 분석할 수 없으며 투입과 산출물을 어떻게 선정하느냐에 따라 효율성의 측정 결과가 다르게 나타날 수 있으며, 상대적 효율성을 측정하기는 매우 좋은 방법이나 절대적 효율성을 측정할 수 없고 비모수적 방법으로서 통계적 검정이 어렵다는 점이 한계로 지적되고 있다.

제 3 절 선행 연구 검토

1. 민간 투자사업에 대한 선행 연구

우리나라 민자 사업에 대한 기존의 연구는 민자 사업의 정책 방향, 재원조달방안 및 민자 사업 위험관리에 대한 연구가 주류를 이루고 있다. 그리고 대부분의 연구들은 국토개발원, 대학토목학회 등에서 정부정책의 지원 또는 공사 관련 제도개선에 관한 연구가 이루어져 왔다(홍석덕, 2000 김한규외 2003 윤성민외 2006) 또한 동시에 민자 사업은 정부와 민간의 위험부담에 대한 문제가 대두되면서 민자 사업의 위험분석과 회피 방안에 대한 연구가 이루어져 왔다.

2. DEA를 사용한 효율성 측정에 관한 연구

Cook et al.(1990)은 캐나다 온토리오주의 고속도로 관리단위의 효율성을 DEA로 측정한 연구이다. 효율성 측정은 두 개의 투입요소와 두 개의 산출요소를 사용하여 14개 고속도로 관리단위의 고속도로 유지관리 효율성을 측정하여 관리단위의 효율성 측정치 및 효율성 순서로 보고하였다. 이 연구는 DEA를 사용한 고속도로 유지관리에 대한 최초의 연구이며 비록 단순히 14개 관리단위의 효율성 순서를 나열하는데 그쳤지만 복수의 투입 및 산출을 사용하여 고속도로 조직의 관리효율성을 측정하였다는데 의의가 있다 Rouse et al(1990)은 뉴질랜드 73개 지방정부의 고속도로관리를 효율성, 효과성 및 경제성 측면에서 분석하였다. DEA

분석은 CCR 및 BCC 기법을 사용하여 분석하였다. 이후 Rouse & Putterill(2005)는 기존의 연구를 확장하여 뉴질랜드 정부개혁의 일환으로 지방정부단체의 통합이 이루어진 상태에서 통합전과 통합후의 고속도로 유지관리의 효율성을 측정하였다.(신종섭 2009)

신종섭(2009)은 DEA 모형을 이용하여 천안-논산 등 4개의 민자 고속도로와 한국도로공사에서 운영하는 15개 노선의 고속도로에 대하여 건설효율성, 운영, 유지보수 효율성 및 수익효율성에 대하여 평가를 하였는데 건설효율성과 운영, 유지보수 효율성은 한국도로공사가 높게 나타났고, 수익효율성은 민자 고속도로가 높게 나타났는데 수익효율성은 높은 것은 민자 고속도로가 재정고속도로보다 높은 통행료를 받기 때문으로 분석하였다.

제 3 장 분석 모형의 설정 및 분석틀

제 1 절 투입 및 산출 변수 선정

고속도로 건설은 건설, 유지관리 및 운영으로 구분된다. 첫째 고속도로 건설은 준비부터 시공 완료시까지 장기간의 시간이 소요된다. 이에 따라 고속도로 건설은 예비타당성 검사, 노선 지정, 실시 설계 등 계획, 설계 등의 검토가 필요한 계획단계와 공사 착수 후 시공 측량 및 공사 준공 시까지의 건설단계로 구분한다. 계획단계에서는 관련된 각종 계획 검토, 현황조사, 사업대상 노선선정, 타당성 조사 및 기본설계, 실시설계 및 공사입찰, 계약으로 구성된다. 건설단계는 공사착수 및 준공으로 구분된다. 이 과정에서 공사, 감리, 설계 변경 등이 이루어진다(신종섭, 2009)

둘째, 도로의 유지관리란 건설된 도로의 기능을 보전하고 이용차량의 편의와 안전을 도모하기 위하여 기존 시설물을 일상정비하고 손상된 시설물을 원상 복구하여 당초 건설된 상태로 유지하는 것이며, 또한 경과 시간에 따라 요구되는 시설물의 개량과 시설을 추가하는 것으로 사용연한을 지속하고 재시공이 요구되는 시간을 지연시켜 차량운행비를 낮추며 도로시설을 최대한 오랜 시간동안 개방토록 하는 것을 목적으로 한다. 한편 도로관리행위에는 크게 유지와 보수로 나눌수 있는데 유지는 도로를 보존하여 그 기능이 저하되지 않도록 하기 위하여 일상계획에 따라 반복하여 행하는 작업을 말하는 것으로 노면청소와 살수, 제초, 전정, 제설, 콘크리트포장의 줄눈채움 등과 이와 유사한 경미한 수리가 포함되며, 보수는 크게 손상된 부분을 대규모로 수리하여 기존 시설의 기능을 당초 건설축조 때의 기능으로 회복시키는 것으로서 일상의 작업으로는 불가능한 행위를 말한다.⁹⁾

9) 한국도로공사 홈페이지

셋째, 수익운영은 이용자에게 빠르고 안전한 고속도로라는 편익을 제공하고 통행료로 받아 도로 건설 및 운영관리에 소요되는 모두 유지관리 활동을 모든 국민이 부담하는 세금보다는 실제로 고속도로를 이용하는 수익자 부담원칙에 따라 사용자가 부담하는 필요가 있을 경우에 적용을 한다. 통행료는 국가재정만으로는 부족한 도로건설재원을 마련하기 위해 도로법의 특례인 유료도로법을 통하여 도로이용자에게 이용요금을 부담하게 하는 제도로 우리나라의 경우 고속도로를 유료화하여, 단기간에 4,000km의 고속도로시대 달성하였으며 선진국(일본, 스페인, 프랑스 등) 및 사회주의국가(중국)에서도 도입·운영하는 보편적인 제도 고속도로를 최초로 건설한 독일도 100년간 무료로 운영하였으나 유료도로로 전환하였다.¹⁰⁾

본 연구의 목적은 민자 고속도로와 재정고속도로 사업의 건설효율성, 유지관리 효율성, 그리고 수익운영의 효율성을 DEA 모형을 가지고 측정하기 위한 것으로 총건설비용 등 각 개념을 대표한 변수를 투입변수와 산출 변수로 선정하였다 (신중섭, 2009)

건설효율성을 측정하기 위하여 투입변수로 총건설비용을 산출변수로 도로 길이, 교량길이 및 터널길이를 선택하였다. 투입변수로 사용된 총건설비용은 토지보상비와 건설에 따른 제 경비를 포함한다. 도로 길이는 전체 건설길이를 의미한다. 도로를 건설하는데 교량과 터널은 평면도로보다 작업의 난이도와 시간에서 더 많은 비용이 소요된다. 그러므로 같은 거리의 고속도로 건설에서 교량과 터널이 많을수록 비용이 더 많이 소요될 것이고 이를 건설비용의증가요인으로 작용하기에 이를 산출변수에 포함하였다.

유지관리 효율성의 투입변수로 인건비를 포함시키고 산출변수로는 도로 길이, 교량길이 및 터널길이, 통행량을 포함시켰다. 투입변수에 포

10) 한국도로공사 홈페이지

(http://www.ex.co.kr/portal/opn/industry/maintenance/road_maintain/maintenance.jsp?clickParentNum=4&clickNum=35)

함된 인건비는 지사단위별 인건비 및 경비를 말한다. 이는 노선을 관리하고 운영하는 지사의 관리자 및 직원 유지 보수원 및 영업소 근무자의 인건비를 포함한다.

수익효율성의 투입변수로는 인건비, 도로 길이를 포함시키고 산출변수로 통행료 수입과 교통량을 포함시켰다.

1. DEA를 통한 효율성 측정

DEA는 평가 대상간의 상대적 효율성을 선형계획기법으로 평가하는 방법이다. DEA는 Farrell(1957)에 의해 개발되었고, Charnes, Cooper and Rhodes(1978)에 의하여 보다 일반화된 모델로 발전하였다. DEA분석 방법이 등장한 이후 공공부문이나 서비스 부문 등 객관적 평가가 어렵지만 상대적 개념에서 평가 대상간의 효율성을 비교할 경우 결과 해석이 쉽고, 모든 평가대상들 간에 납득할 만한 결과를 가져다 줄수 있기 때문에 매력적인 분석틀로 평가받고 있다.(이동건, 2010) DEA는 기존의 단일 기준평가를 벗어나 복수투입물과 복수산출물을 가진 DMU(Decision Making Unit)¹¹⁾의 효율성을 평가하는 다 기준 평가 모형이다. 즉 DEA는 각 의사결정개체의 가중된 투입물의 합과 가중된 산출물의 합의 비율을 평가하여 각 단위의 효율성을 측정하는 방식이라고 할 수 있다. DEA는 투입중심모형과 산출 중심모형이 있는데, 투입효율성을 측정하기 위한 투입중심모형은 산출수준을 고정한 상태에서 투입요소의 수준을 최소화하여 하는데 목적이 있다. 이에 비하여 산출 효율성을 측정하기 위한 산출지중심모형은 투입요소가 고정된 상태 산출물 수준을 최대화 하는 것을 목적으로 한다. 고속도로 운영에 있어서 도로 연장, 영업 수익 및 교통량 등과 같이 변수는 통제가능하지 않은 반면에, 투입물인 인원, 경비 등은 통제 가능한 변수이다. 그러므로 효율성 개선

11) DMU는 자료포락분석에서 분석대상의 개념으로 Charnes, Cooper and Rhodes이 1978년 공공기관이나 서비스 부분의 효율성을 측정하기 위하여 사용되었으며, 현재는 분석대상을 말하는 용어이다

을 위해 투입물 개선이 용이할 것이므로 투입중심모형을 사용하는 것이 바람직하다.(신중섭 2009)

2. 평가모형

본 연구에서는 횡단면 효율성 분석을 위하여 CCR-I 모형과 BCC-I 모형을 사용하고 시계열 효율성 분석을 위하여 Window 모형을 사용한다.

첫째 CCR모형은 Charnes, Cooper and Rhodes이 개발한 모형인데 CCR-I는 투입중심의 모형이다. CCR-I 모형은 다음과 같이 선형모형으로 정식화 될수 있다.

$$\begin{aligned} \text{최소화} \quad & z_k = \theta \\ \text{제약조건} \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j \chi_{ij} \leq \theta \chi_{ik} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, m) \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j \chi_{rj} \leq \theta_{rk} \quad (r = 1, 2, 3, \dots, s) \\ & \lambda_j \geq 0 \end{aligned}$$

각 의사결정단위 k에 대해 위의 식은 투입요소의 가중합(weighted sum)의 투입요소의 θ 비율을 초과하지 않는 범위 내에서 산출물의 가중합이 단위 k의 산출물 이상이 되는 최소비율 θ 를 구한다. 투입물 승수 θ 는 1이하의 값을 가지며, 이를 DMU의 CCR효율성이라고 한다. CCR 효율성 값이 1 이면 DMU 가 가장 효율적인 것으로 평가되고 그 값이 1보다 작으면 비효율적인 것으로 평가된다.

둘째 BCC 모형은 Banker, Charnes, Cooper and Rhodes이 개발한 모형인데 BCC-I 모형은 투입중심 모형이다. CCR 모형은 규모수익성(return to scale)이 일정하다고 가정하였으나 BCC 모형은 규모 수익성이 변한다고 가정하고 있다. 경영규모가 의사결정단위의 효율성에 영향을 미칠수 있기에 이러한 경우에 상이한 규모의 단위들을 비교하는 것은

공정한 평가가 되지 않을 수 있다. BCC-I 모형은 다음과 같이 선형모형으로 정식화 될 수 있다.

$$\begin{aligned}
 &\text{최소화} \quad z_k = \theta \\
 &\text{제약조건} \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j \chi_{ij} \leq \theta \chi_{ik} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, m) \\
 &\quad \quad \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j \chi_{rj} \leq \theta_{rk} \quad (r = 1, 2, 3, \dots, s) \\
 &\quad \quad \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\
 &\quad \quad \quad \lambda_j \geq 0
 \end{aligned}$$

여기서 θ 는 1로만 이루어진 벡타이고, 각 DMU에 대한 참조집합 λ 의 크기를 1로 제한한다. 일반적으로 BCC 효율성은 CCR 효율성 값보다 크거나 같다.

셋째, 윈도우 분석은 자료의 시계열적 분석을 위해 사용하는 DEA기법으로 Charnes et al. (1985)가 제안한 방법이다. 이는 분석기간의 길이를 산정하고 해당 윈도우에 속하는 자료를 패넬화 하여 분석하는 기법이다. 윈도우 분석은 횡단면 자료와 시계열 자료가 결합된 자료를 바탕으로 효율성을 분석하기에 개별단위의 추세와 준거집단과의 안정성 등을 평가하게 해준다. 즉 행별 평균점수(row views)는 의사결정단위의 성과 추세를 알게 해주고, 열별 평균점수(column rows)는 상이한 의사결정단위의 효율성을 평가하게 해준다.

DEA/Window 분석을 하기 위해서는 먼저 여러 기간에 걸친 데이터를 수집한 후, 동태적인 변화를 관찰한 기간의 폭을 정해야 한다. 각 윈도우에서는, 같은 DMU라 하더라도 기간이 다르면 서로 다른 DMU로 간주된다.

예컨대 n 개의 DMU에 대하여 k 기간동안의 데이터를 수집한 후 윈도우의 폭을 p 로 결정했다고 가정할 수 있다. 이때 각 윈도우의 기간은 아래 표와 같으며, 윈도우의 수는 모두 $w=k-p+1$ 이 된다. 그리고 각 윈

도우의 DMU 수는 pn 개가 된다. DEA/Window 분석에서는 효율성 평가는 먼저 첫 번째 윈도우에서 기간 1부터 p 까지 pn 개의 DMU를 대상으로 하고, 두 번째 윈도우에서 기간 2부터 $p+1$ 까지 pn 개의 DMU를 대상으로 하며, 이와 같은 방법으로 한 기간 씩 뒤로 이동하면서 마지막 윈도우까지 평가하는 방법이다. 윈도우별로 효율성 값을 산정하거나, 각 연도별로 분석된 p (윈도우의 폭)개의 효율성 값을 평균 내어 다시 각 연도별 효율성 값으로 계산하여 이를 바탕으로 각 DMU 효율성의 추세를 분석할 수 있다.

[표 3-1] DEA/Window 분석 예시

윈도우	기간	1 2 3 k
1		1 . . p
2		2 . . P+1
3		3 . . p+2
.		
.		
.		
w		k-p+1 . . k

위에서 언급한 내용을 정리하면 DEA/Window 분석의 특성을 정리하면 [표 3-2]와 같다

[표 3-2] DEA/Window 분석의 특성

구 분	특 성
윈도우 수	$w = k - p + 1$
각 DMU에 대한 전체 윈도우수	nw
전체 DMU의 수	npw
윈도우 폭	$k = \text{홀수이면 } p = (k+1)/2$ $k = \text{짝수이면 } p = (k+1)/2 \pm 1/2$

자료 : 신성우(2011)

3. 투입과 산출지표

본 연구에서는 고속도로 건설, 유지관리, 수익의 효율성을 측정하기 위한 지표를 도출하기 위해서 각 개념을 대표하는 변수를 선정하였다.

건설효율성을 측정하기 위해서 투입변수로 총건설비용을 산출변수로 도로 길이, 교량길이 및 터널 길이를 선택하였다. 투입변수로 사용된 총건설비용은 토지보상비와 건설에 따른 제 경비를 포함한다. 도로 길이는 전체 건설길이를 의미한다. 도로를 건설하는데 교량과 터널은 평면도로보다 작업의 난이도와 시간에서 비용이 더 많이 소요된다. 그러므로 같은 거리의 고속도로 건설에서 교량과 터널이 많을수록 비용이 더 많이 소요될 것이고 이를 건설비용의 증가요인으로 작용하기에 이를 산출변수에 포함시켰다. 유지관리효율성의 투입변수는 인건비를 산출변수는 도로 길이, 터널길이, 교량길이, 교통량을 포함 시켰다. 수익효율성의 투입변수는 인건비, 도로 길이를 포함 시키고 산출변수로 통행료수입과 교통량을 포함시켰다.(신종섭, 2009) 이를 정리하면 표[3-3]과 같다.

[표 3-3] 고속도로 효율성 분석을 위한 투입 산출 변수

효율성	모델	Input	Output
건설 효율성	CCR/BCC	총건설비용	도로길이,교량길이 터널길이
유지관리 효율성	CCR/BCC	인건비	도로길이,교량길이 터널길이 교통량
수익효율성	CCR/BCC	인건비 도로길이	통행료수입 교통량

제 2 절 표본추출과 자료 수집

1. 표본 추출 대상 선정

DEA 모형에서는 투입 및 산출변수를 합한 수는 평가 대상 의사 결정단위들의 총수에 의존 하게 된다. 따라서 선정된 변수들의 수가 의사 결정단위의 수에 비하여 크다면 효율적 단위와 비효율적 단위를 구분하는 모형의 변별력이 크게 떨어지게 된다. 경험적 일반원리에 의하면 비교대상 단위들의 총수가 투입요소와 산출물의 곱보다 커야 한다. 이러한 이론적이고 경험적 전제하의 고속도로 건설 효율성, 유지관리효율성, 수익효율성 비교를 위한 표본추출은 다음의 기준을 선정하는 자료를 선정하였다.

- 공용중인 인천공항고속도로 등 민자 고속도로 9개 노선
- 2000 이후 준공되어 공용중인 재정고속도로 15개 노선
- 재정고속도로 유지관리기관(지사) : 8개소

2. 표본 추출 및 통계 자료 수집

위 기준에 따라 건설효율성 평가를 위한 민자 고속도로 9개 노선과 재정고속도로 노선을 선정하였으며, 세부 내역은 표 [3-4]와 같다. 고속도로 유지관리 효율성 및 수익효율성 평가를 위하여 민자 사업자와 같이 고속도로를 직접 운영 유지 관리하는 8개 지사를 표3-5와 같이 선정하였다.

[표 3-4] 건설효율성 분석 대상 사업

구분	번호	노선명	총건설비용	연장	공사기간
재 정 사 업	1	안중-당진	7,609	18.8	1991.3-2000.12
	2	대전-무주	6,844	43.6	1995.12-2000.12
	3	무주-함양	10,179	59.4	1995.11-2001.11
	4	당진-서천	13,667	103.7	1996.12-2001.11
	5	진주-통영	10,809	47.89	1997.05-2005.12

	6	군산-무안	11,928	14.3	1998.4-2001.12
	7	상주-구미	4,216	28.6	1996.10-2001.12
	8	여주-충주	5,621	41.6	1996.10-2002.12
	9	대구-포항	19,950	68.4	1998.4-2004.12
	10	익산-장수	13,077	61.0	2001.9-2007.12
	11	청원-상주	14,148	80.5	2001.9-2007.12
	12	현풍-김천	10,471	62.0	200.12-2007.12
	13	무안-나주	4,071	30.4	2002.12-2008.12
	14	나주-광주	2,046	10.9	2002.12-2008.12
	15	안성-음성	6,108	31.3	2002.12-2008.12
민 자 사 업	16	인천공항	17,440	68.45	1995.11-2000.11
	17	천안-논산	17,297	80.96	1997.12-2002.12
	18	대구-부산	27,476	82.1	2001.2-2006.2
	19	일산-퇴계원	22,649	58.62	2001.6-2006.6
	20	부산-울산	14,177	47.17	2001.11-2008.12
	21	서울-춘천	21,833	61.4	2004.8-2009.8
	22	용인-서울	15,256	22.9	2005.-2009
	23	인천대교	15,201	12.3	2005-2009
	24	서수원-평택	16,415	38.5	2005-2009

유지관리 효율성 및 수익효율성 분석을 위해서 민자 고속도로 운영자와 규모가 비슷한 대상이 필요한데 위에서 열거한 재정사업 16개는 시설 규모 등이 상이하며, 노선에 따라 여러 기관에서 관리하기 때문에 비교가 어려워 고속도로 건설 후 실제 고속도로를 관리 운영하는 8개 지사를 선정하였다

[표 3-5] 유지관리 및 수익효율성 비교 대상 재정고속도로

관할기관	노선	연장(km)	영업소
구미지사	경부선	72.91	7개
대구지사	경부선	72.25	5개
군위지사	중앙선, 중부내륙 지선	83.65	8개
상주지사	중부내륙선	80.42	5개
영천지사	익산포항선	69.37	5개
고령지사	88올림픽선	88.85	6개
영주지사	중앙선	67.72	5개
성주지사	중부내륙선	61.92	3개

고속도로 건설효율성, 유지관리효율성, 수익효율성 분석을 위한 통계 자료는 한국도로공사 내부자료 및 금융감독원의 전자공시시스템¹²⁾ (DART :<http://dart.fss.or.kr/>) 의 년도별 감사보고서를 활용하였다. 자료 수집중 가장 어려웠던 부분은 9개의 민자 사업자의 회계처리방식이 상이하고, 기업비밀 등을 이유로 세부적인 사항이 공개되지 않아 감사보고서 상의 손익계산서 등 재무제표의 가공된 데이터만을 이용할 수밖에 없어 재정고속도로와 효율성에 대한 합리적인 비교가 어려웠다.

3. 민자 사업자 현황

가. 민자 고속도로

현재 운영 중인 민자 고속도로는 9개 노선으로 1995년 이후 연장 421.8

12) 전자공시시스템(DART ; Data Analysis, Retrieval and Transfer System)은 상장법인 등이 공시서류를 인터넷으로 제출 하고, 투자자 등 이용자는 제출 즉시 인터넷을 통해 조회할 수 있도록 하는 종합적 기업공시 시스템이다

km 에 16조 8,488억이 투자되었으면 세부적인 내용은 [표 3-6]과 같다

표 [3-6] 민자 고속도로 현황

구 분 (사업시행자)	연장(km)	투자비 (억원)	공사기간	운영기간	비 고
9개사업	421.8	168,488			
인천공항 (신공항하이웨이)	40.2(6-8)	17,440	'95~'00	'00~'30	
천안-논산 (천안논산고속도로)	81.0(4)	17,297	'97~'02	'02~'32	
대구-부산 (신대구부산고속도로)	82.0(4)	27,477	'01~'06	'06~'36	
서울외곽 (서울고속도로)	36.3(8)	22,792	'01~'08	'08~'38	
부산-울산 (부산울산고속도로)	47.2(4-6)	14,777	'01~'08	'08~'38	
서울-춘천 (서울춘천고속도로)	61.4(4-6)	21,833	'04~'09	'09~'39	
용인-서울 (경수고속도로)	22.9(4-6)	15,256	'05~'09	'09~'39	
인천대교 (인천대교)	12.3(6)	15,201	'05~'09	'09~'39	
서수원-평택 (경기고속도로)	38.5(4-6)	16,415	'05~'09	'09~'39	

□ 인천공항고속도로

인천공항고속도로는 최초의 민자 고속도로는 1995년 12월 7일 공사를 시작하여 2000년 11월 개통하고 같은해 12월 12월 5일부터 유료 통행을 시작하였다. 도로 건설 역사상 최초로 삼성물산(주),한진(주)등 11개 민간기업의 컨소시엄으로 구성된 신공항 하이웨이가 1996년 이후 1조 4760원의 자본을 투자해 건설하여 고속국도 제130호로 지정되었다.

- 사업구간 : 인천시 운서동~고양시 강매동, 40.2km(6~8차로)
- 총투자비 : 17,440억원 (민간 14,602, 국고시행·보상비 2,838)
- 공사기간 : '95.11~'00.11

- 시 행 자 : 신공항하이웨이(주) (교직원공제회 등 7개사)
- 최소운영수입보장비율 : 협약수입의 80%

[표 3-7] 운영수입보장금 현황

(단위 : 억원)

구 분	2001년	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년
운영수입보장금	591	683	953	1,009	660	710	763

□ 천안-논산고속도로

인천국제공항고속도로에 이어 두 번째로 건설된 고속도로는 천안-논산고속도로로서 LG건설(주),현대건설(주),금호건설(주) 등 11개 업체가 컨소시엄을 이루어 1997년 착공해 2002년 12월 23일 개통하였다. 총공사비는 약 1조 5000억이 들었으며, 4개의 휴게소 시설이 갖추어져 있다. 이 고속도로의 개통으로 서울-논산의 운행거리가 경부고속도로를 이용할때 보다 30킬로미터 정도 단축되고 시간도 30분 정도 줄어들어 연간 1900억원 정도의 물류비 절감을 기대하였다.

- 사업구간 : 천안시 목천면 ~ 논산시 연무읍, 81km(4차로)
- 총투자비 : 17,297억원(민간 11,589, 국고 4,364, 보상비 1,344)
- 공사기간 : '97.12~'02.12
- 시 행 자 : 천안논산고속도로(주) (맥쿼리 인프라 등 4개사)
- 최소운영수입보장비율 : 협약수입의 82%

[표 3-8] 천안-논산 운영수입보장금 현황

(단위 : 억원)

구 분	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년
운영수입보장금	404	386	390	404	390

이외에 2006년도부터 운영중인 대구-부산고속도로 등 7개 고속도로의 사업 내역은 다음과 같다

□ 대구~부산 고속도로

- 사업구간 : 대구시 동대구~김해시 대동면, 82.5km(4차로)
- 총투자비 : 27,477억원 (민간 17,960, 국고 6,812 보상비 2,705)
- 공사기간 : '01.2~'06.1 (60개월)
- 시 행 자 : 신대구부산간고속도로(주) (국민연금, 발해인프라)
- 최소운영수입보장비율 : 협약수입의 77%

[표 3-9] 대구-부산 고속도로 운영수익금 현황 (단위 : 억원)

구 분	2006년	2007년
운영수입보장금	337	331

□ 서울외곽순환도로(일산~퇴계원)

- 사업구간 : 고양시 내곡동~남양주시 별내면 화접리, 36.3km(8차로)
- 총투자비 : 22,650억원(민간 14,848, 국고 5,003, 보상비 2,799)
- 공사기간 : '01.6~'06.6 (1단계, 일산~송추, 의정부~퇴계원)
'01.6~'07.12 (2단계, 송추~의정부)
- 시 행 자 : 서울고속도로(주) (GS건설 등 9개사)
- 최소운영수입보장비율 : 협약수입의 90%

□ 부산-울산 고속도로

- 사업구간 : 부산시 해운대구~울산시 남구, 47.2km(4~6차로)
- 총투자비 : 14,801억원(민간 9,188, 국고 3,472, 용지비 2,141)
- 공사기간 : '01.11~'08.12
- 시 행 자 : 부산울산고속도로(주) (한국도로공사, 국민연금)

□ 서울-춘천 고속도로

- 사업구간 : 서울시 강동구 하일동~강원도 춘천시 동산면, 61.4km(4~6차로)
- 총투자비 : 22,348 억원(민간 12,952, 국고 4,883, 보상비 4,513)
- 공사기간 : '04.8~'09.8 (60개월)
- 시행자 : 서울-춘천고속도로(주) (현대산업개발 등 10개사)

○ 서수원-평택 고속도로

- 사업구간 : 경기 화성시~경기 평택시, 38.5km(4~6차로)
- 총투자비 : 16,779억원 (민간 8,055, 국고 3,099, 보상비 5,625)
- 공사기간 : '05.6~'09.10 (52개월)
- 시행자 : 경기고속도로(주) (두산중공업 등 6개사)

□ 용인-서울 고속도로

- 사업구간 : 경기 용인시 영덕리~서울 강남구 세곡동, 22.9km(4~6차로)
- 총투자비 : 14,932 억원 (민간 5,732, 국고 3,673, 보상비 5,527)
- 공사기간 : '05.10~'09.6 (60개월)
- 시행자 : 경수고속도로(주) (대우건설 등 9개사)

□ 평택-시흥 고속도로

- 사업구간 : 평택시 청북면 고잔리~시흥시 월곶동, 42.6km(4~6차로)
- 총투자비 : 11,630억원(민간 8,611, 용지비 3,019)
- 공사기간 : '08. 3~'13. 4
- 시행자 : 제2서해안고속도로(주) (한라건설 등 14개사)

□ 인천대교

- 사업구간 : 인천국제공항~송도국제도시, 12.3km(6차로)
- 총투자비 : 15,914억원 (민간 8,231, 국고 7,683)
- 공사기간 : '03. 6 ~ '09. 10
- 시행자 : KODA 개발 (AMEC 등 4개사 및 인천시)

나. 최소 운영 수익 보장제도

정부는 민자 사업에 대하여 『사회기반시설에 대한 민간투자법』 제 53조 및 같은법 시행령 제37조 규정에 따라 사용료 적정수준 유지, 용지 보상비 과다 극복, 운영수입 미달 보전, 원활한 사업시행, 환차손 보전을 위해 보조금 지급을 지급할 수 있다.¹³⁾ 민자 고속도로와 같은 BTO사업의 경우 소유권 정부귀속의 대가로 용지보상비를 100% 재정지원하고 있으며, 최근 수익성 있는 평택-시흥, 안양-성남 민자 고속도로 등 일부 사업에서 민간이 부담토록 하고 있다. 또는 총투자비의 30~50% 수준에서 건설보조금을 지급하고 있으며, 최근 민자 활성화에 따라 대폭 축소를 하고 있다.

건설 당시에 보조금 이외에 추정수입 미달액의 일정비율을 지원하는 최소운영수입보장(MRG)제도를 운영 중에 있는데 최근 과도한 MRG로 인하여 정부재정에 부담을 주고 있다는 지적에 따라 정부는 2006년도 이후에 실시협약이 체결되는 사업에 대해서는 운영수입 보장 제도를 축소하는 것으로 제도변경을 하였다. 즉 민간제안사업의 경우에는 운영수입 보장 제도를 폐지하였고, 정부고시사업은 수입보장기간을 15년에서 10년으로 축소하였고 보장비율도 70%-90%에서 65-75%로 인하하는 것으로 변경하였다. 그러나 제도 변경 이전에 실시협약을 체결하여 개통한 용인-서울 고속도로, 서울-춘천고속도로, 인천대교, 서수원-평택 고속도로 등 4개의 고속도로는 운영수입보장이 규정되어 있어 최소운영수입 보장금의 지출은 향후에도 정부의 상당한 재정 부담으로 작용할 것으로 보인다

13) 사회기반시설에 관한 민간투자법 제53조(재정지원) 국가 또는 지방자치단체는 귀속시설사업을 원활하게 시행하기 위하여 필요하면 대통령령으로 정하는 경우에 한정하여 사업시행자에게 보조금을 지급하거나 장기대부를 할수 있다.

[표 3-10] 최소운영수입보장 제도의 변천

구 분	'99~'03.5	'03.5~'05.12	'06.1~'09.10		'09.10~
			정부고시	민간제안	
▪ 보장기간	운영기간	15년	10년		
▪ 보장수준	정부고시 90% 민간제안 80%	초기 5년 90%(정부고시), 80%(민간제안) 5년 경과시 10%p씩 축소	초기 5년 75% 다음 5년 65%	폐지	폐지

자료 : 기획재정부(2011)

현재 운영 중인 민자 고속도로로의 MRG 보장률은 대체로 70-80%에 이르면
현황은 다음과 같다.

[표 3-11] 최소운영수입 보장률 현황

사업명	보장기간	보장율 및 보장조건
인천공항고속도로	20년	협약수익의 80% 미달분 자금제조달로 운영수익보장축소(90%→80% 04.4)
천안-논산고속도로	20년	협약수익의 82% 미달분 자금제조달로 운영수익보장축소(90%→82% 05.2)
대구-부산고속도로	20년	협약수익의 77% 미달분 자금제조달로 운영수익보장축소(90%→77% 08.5)
서울외곽(일산-퇴계원)	20년	협약 수익의 90% 미달분
서울-춘천고속도로	15년	1-5년 : 협약수익의 80% 미달분 6-10년 : 협약수익의 70% 미달분 11-15년 : 협약수익의 60% 미달분 단 협약수익의 50% 미달시 보장 제외
서수원-평택고속도로	15년	1-5년 : 협약수익의 80% 미달분 6-10년 : 협약수익의 70% 미달분 11-15년 : 협약수익의 60% 미달분 단 협약수익의 50% 미달시 보장 제외
부산-울산고속도로	30년	타인자본 원리금 자기자본 수익률 6% 미달분
용인-서울고속도로	10년	협약수익의 70% 미달분
인천대교	15년	협약수익의 80% 미달분 단 5년이후 협약수익의 60% 미달시 70% 미달분

자료 : 국토해양부(2011)

다. 민자 고속도로 통행료 결정

고속도로(유료도로법)는 일반적으로 건설 및 운영 등에 소요되는 비용을 이용자의 통행요금으로 충당하는 이용자 부담원칙으로 시행되지만 민자 고속도로(민투법)는 민간이 투자한 건설·운영비용 이외에 일정 기대수익을 통행료로 회수하는 형태로 시행된다. 따라서 국토해양부에서 발행한 도로 편람(2012)에 따르면 민자 고속도로 통행료는 다음과 같이 결정된다.

□ 민자고속도로 통행료 등 결정산식 (민간투자사업기본계획)

$$\sum_{i=0}^n \frac{CCi}{(1+r)^i} = \sum_{i=n+1}^N \frac{ORi-OCi}{(1+r)^i} + \sum_{i=0}^N \frac{ANRi}{(1+r)^i}$$

자료 : 국토해양부(2012)

□ 수익률 (IRR : Internal Rate of Return)

- 민간이 특정 Project에 투자하는 비용을 운영기간 동안 통행수입 등을 통하여 회수할 수 있는 년평균 기대 수익률

$$\sum_{i=0}^n \frac{\text{총사업비}}{(1+\text{수익률})^i} = \sum_{i=n+1}^N \frac{\text{운영수입}-\text{운영비용}}{(1+\text{수익률})^i}$$

※ 민간회수비용 총액 : 투자비용(건설) + 이자비용 + 수익

n : 시설의 준공시점

N : 무상 사용기간 또는 관리운영권 설정기간의 종료시점
(다만, 민간에게 소유권이 영구 귀속되는 시설인 경우는 분석대상기간)

CCi : 시설의 준공을 위해 매년도 투입되는 비용
(다만, 정부재정지원 금액은 제외)

ORi : 매년도 운영수입

OCi : 매년도 운영비용(다만, 법인세 제외)

ANRi : 부대사업으로 인한 매년도 세전 순이익 (수입- 비용)

r : 사업의 세전 실질수익률(IRR)

위와 같은 방식으로 산정된 통행료는 건설 운영 비용 뿐만 아니라 투자비까지 회수를 하여야 하기 때문에 재정고속도로에 비하여 서수원-평택 구간을 제외한 나머지 민자 고속도로는 1.3배에서 3.6배 높은 것으로 나타났다.

[표 3-12] 민자 고속도로와 재정고속도로 통행료 비교

노선명	요금		도로공사 요금	A/B
	원/km (A)	전구간(원)	원/km(B)	
인천국제공항고속도로	282.9	11,400	72.0	3.9
천안~논산 고속도로	107.4	8,700	52.5	2.0
대구~대동 고속도로	118.3	9,700	52.4	2.3
서울외곽 순환도로	125.0	4,500	74.7	1.7
서울~용인 고속도로	113.5	2,600	89.0	1.3
서울~춘천 고속도로	102.6	6,300	58.1	1.8
서수원~평택 고속도로	72.7	2,800	73.1	1.0
인천대교	439.0	5,400	122.9	3.6

자료 : 한국도로공사 내부 자료

제 3 절 본 연구의 분석 틀

연구 설계를 통하여 도출된 본 연구의 분석틀은 그림[3-1] 과 같다
고속도로 관리 효율성을 평가하기 위하여 분석도구는 DEA(자료포락분석)기법을 사용하였다. 고속도로 관리는 크게 건설단계와 운영단계로 나눌수 있으며, 건설단계의 건설효율성과 실제 건설 후 공용 시 수익효율성과 수익창출을 위한 유지관리효율성에 대하여 DEA를 이용하여 민자고속도로와 재정고속도로의 효율성을 비교 분석하고자 한다.

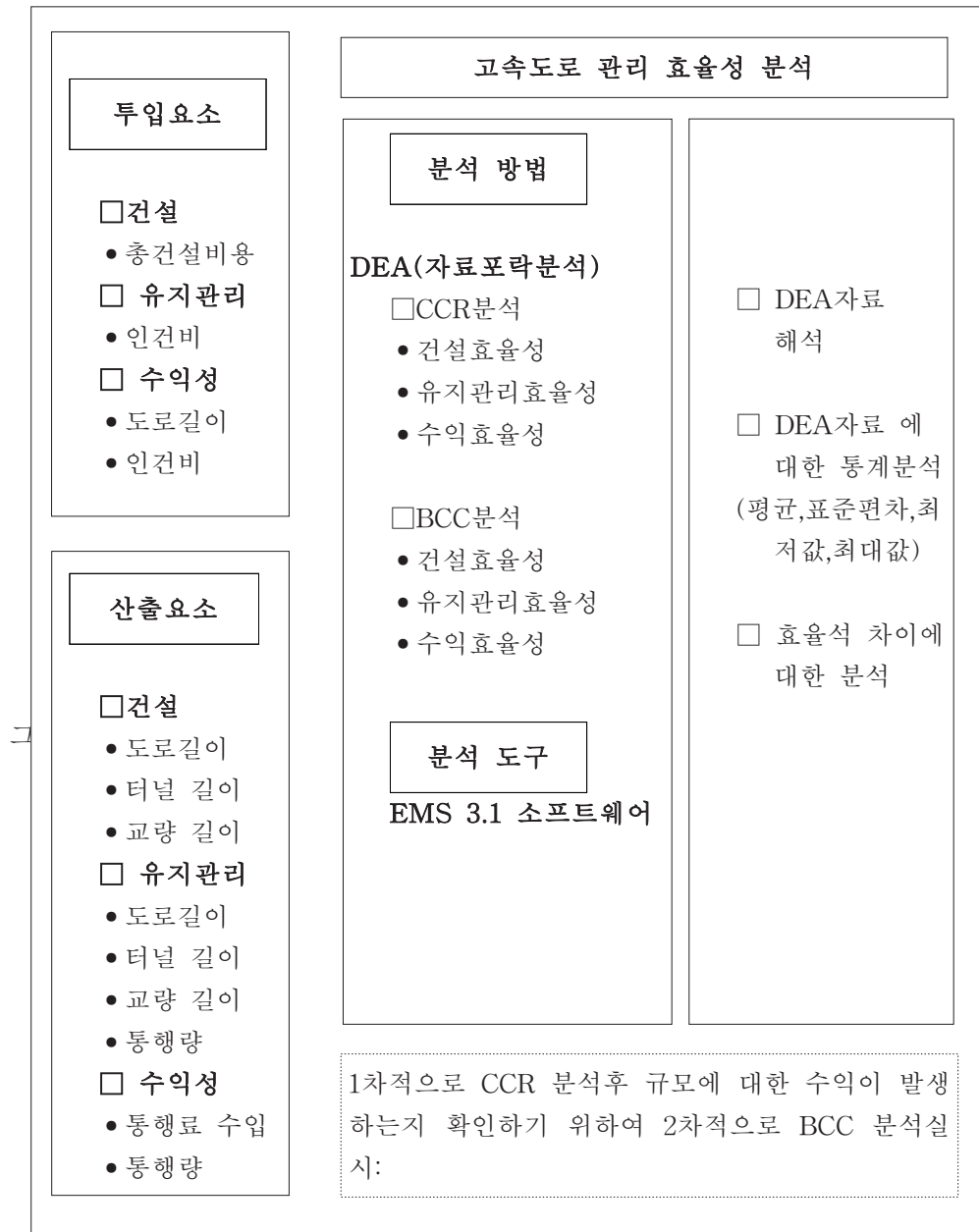
투입변수로는 총건설비용, 인건비, 교통량을 선정하였으며, 산출변수로는 도로연장, 터널길이, 교량길이, 통행료 수입을 선정하였다. 투입변수와 산출변수에 대한 세부적인 내용은 표 [3-13]과 같다.

민간사업자의 인건비 및 통행료 자료는 금융감독원의 전자공시시스템(<http://dart.fss.or.kr/>)의 기업 감사 보고서의 연도별 손익계산서 및 한국도로공사의 내부 자료를 이용하였다.

[표 3-13] 투입변수와 산출 변수

구 분	종 류	설 명
투입변수	총건설비용	도로보상비와 총 건설비용등 고속도로 건설에 소요되는 제반 비용
	인건비	기업공시자료(손익계산서상)의 인건비 항목
산출변수	도로/교량/터널길이	노선별 도로연장, 교량 길이, 터널길이
	통행료수입	사업자별 연간 통행료 수입(도공 내부 자료)
	교통량	노선별 교통량

[그림 3-1] 고속도로 관리 효율성 분석틀



제 4 장 DEA에 의한 효율성 분석 및 평가

제 1 절 고속도로 건설 효율성

1. 투입변수, 산출 변수, 기술통계량

고속도로의 건설 효율성을 DEA로 분석하기 위하여 표[4-1]과 같이 투입변수와 산출 변수를 선정하였다.

[표 4-1] 고속도로 건설효율성 분석을 위한 변수 선정

투입 변수	산출 변수	분석 방법
총건설비용	연장,터널길이,교량길이	CCR, BCC

재정고속도로 15개와 민자 고속도로 9개에 대한 투입변수와 산출변수의 기술통계량(평균, 표준편차, 최소값, 최대값)은 표 [4-2]와 같다. 투입변수인 총건설비용은 평균 1조 2,853억이 투입 되었고 재정고속도로의 경우 9,887억, 민자 고속도로는 1조 8,638억이 투입되었다. 고속도로 노선 별 평균 길이는 53 km로 재정 고속도로 56 km, 민자 고속도로 54 km로 크게 차이가 없다

[표 4-2] 건설효율성 기술 통계량

구분	기술통계	총건설비용{I}	연장{O}	교량{O}	터널{O}
전체	평균	12,854	54	9,662	5,254
	표준 편차	6,452	30	4,585	4,658
	최소값	2,046	11	1,811	-
	최대값	27,476	143	23,375	14,000

	관측수	24	24	24	24
재정	평균	9,887	56	9,184	4,413
	표준 편차	5,038	33	3,983	3,847
	최소값	2,046	11	1,811	-
	최대값	19,950	143	13,605	10,668
	관측수	16	16	16	16
민자	평균	18,638	52	10,732	6,235
	표준 편차	4,412	24	5,424	5,898
	최소값	14,177	12	3,680	-
	최대값	27,476	82	23,375	14,000
	관측수	9	9	9	9

[표 4-3] 건설 효율성 비교 분석 표본

구분	노선명	총건설 비용 {I}	연장 {O}	교량 {O}	터널 {O}	km당 단가
재정	안중당진	7,609	19	7,990	0	405
	대전무주	6,844	44	9,278	690	157
	무주함양	10,179	59	10,345	7,915	171
	당진서천	13,667	104	13,605	2,254	132
	진주통영	10,809	48	7,808	7,703	226
	군산무안	11,928	143	12,591	1,825	83
	상주구미	4,216	29	4,889	0	147
	여주충주	5,621	42	6,669	1,848	135
	대구포항	19,950	68	13,126	9,389	292
	익산장수	13,077	61	13,235	10,371	214
	청원상주	14,148	81	13,102	6,809	176
	현풍김천	10,471	62	12,993	10,668	169

	무안나주	4,071	30	3,598	4,842	134
	나주광주	2,046	11	1,811	1,486	188
	안성음성	6,108	31	4,275	4,175	195
민자	인천공항	17,440	68	11,622	635	255
	천안논산	17,297	81	11,810	2,950	214
	대구부산	27,476	82	23,375	10,884	335
	일산퇴계원	22,649	59	8,500	11,800	386
	부산울산	14,177	47	7,960	2,997	301
	서울춘천	21,833	61	9,000	14,000	356
	용인서울	15,256	23	3,680	12,500	666
	인천대교	15,201	12	12,300	0	1236
	서수원평택	16,415	39	8,337	351	426

표[4-3]의 샘플 데이터를 가지고 민자 고속도로와 재정고속도로의 총사업비를 투입요소로, 도로연장, 터널길이, 교량길이를 산출요소로 하여 다음과 같이 EMS 3.1소프트웨어¹⁴⁾을 가지고 DEA 분석을 하였다

2. 고속도로 건설 효율성 분석

14개 재정사업과 15개 민자사업 건설효율성에 대하여 DEA 분석을 한 결과 표 [4-4]와 같다. DEA 분석 결과 재정고속도로가 CCR 모형이나 BCC 모형 모두 더 효율적인 것으로 나타났다.

CCR 모형의 경우 대전-무주고속도로, 당진-서천고속도로 여주-충주 고속도로, 현풍-김천고속도로, 무안-나주 고속도로 등 15개 고속도로 중 5개가 효율적인 것으로 나타났다. BCC 모형은 규모에 대한 수익 변화

14) EMS 3.1은 윈도우용 DEA 분석프로그램으로 Excel 데이터를 이용하여 DEA 분석을 할수 있다

를 가정한 경우로 대전-무주고속도로, 당진-서천고속도로 여주-충주고속도로, 현풍-김천고속도로, 무안-나주 고속도로 등 5개 재정고속도로 이외에 추가적으로 상주-구미고속도로, 나주-광주고속도로, 대구-부산고속도로, 서울-춘천고속도로, 용인-서울고속도로 등 총 10개가 효율적인 것으로 나타났으나 효율적으로 나타난 민자고속도로의 경우는 재정고속도로의 벤치마크수(대부분 7-10개)에 비하여 벤치마크수가 1-2개로 재정고속도로에 비하여 상대적으로 효율성이 부족한 것으로 나타났다.

[표 4-4] CCR 모형과 BCC 모형의 건설 효율성 비교

구분	CCR 모형	BCC 모형	규모효율성 ¹⁵⁾	규모수익 ¹⁶⁾
안중당진	0.775	0.791	0.979	IRS
대전무주	1.000	1.000	1	
무주함양	0.882	0.904	0.975	IRS
당진서천	1.000	1.000	1	
진주통영	0.667	0.693	0.962	IRS
군산무안	0.786	0.845	.930	IRS
상주구미	0.947	1.000	0.947	IRS
여주충주	1.000	1.000	1	
대구포항	0.542	0.553	0.980	IRS
익산장수	0.812	0.831	0.977	
청원상주	0.802	0.837	0.994	IRS
현풍김천	1.000	1.000	1	
무안나주	1.000	1.000	1	
나주광주	0.792	1.000	0.792	IRS
안성음성	0.704	0.712	0.988	IRS
인천공항	0.546	0.575	0.949	IRS
천안논산	0.625	0.641	0.975	IRS
대구부산	0.658	1.000	0.658	IRS
일산퇴계원	0.438	0.628	0.697	IRS
부산울산	0.468	0.472	0.991	IRS
서울춘천	0.539	1.000	0.539	IRS
용인서울	0.689	1.000	0.689	IRS
인천대교	0.597	0.644	0.927	IRS

15) CCR모형의 효율성값을 BCC 모형의 효율성 값으로 나눈 값이다

또한 CCR 모형에서 효율성이 1인 5개 고속도로를 나머지 제외한 전체 고속도로의 규모효율성이 IRS로 나타났는데 이는 람다값의 총합이 1보다 작다는 의미로 체증규모수익(Increasing Returns to Scale) 상태에 있다는 것을 의미한다. 곧 투입요소 1단위의 증가가 산출량을 1단위 또는 그 이상을 증가 시킬 수 있다는 것을 시사한다.¹⁷⁾

[표 4-5] CCR 모형 건설 효율성 값

구분	번호	DMU	SCORE	Rank	Benchmak
재 정 사 업	1	안중-당진	0.775	12	2 (0.86)
	2	대전-무주	1.000	1	9
	3	무주-함양	0.882	7	8(0.40) 12(0.46) 13(0.46)
	4	당진-서천	1.000	1	1
	5	진주-통영	0.667	15	8(0.04) 12 (0.36) 13 (0.77)
	6	군산-무안	0.786	11	2(1.23) 12 (0.09)
	7	상주-구미	0.947	6	2(0.13) 8(0.55)
	8	여주-충주	1.000	1	10
	9	대구-포항	0.542	20	8(0.44) 12 (0.75) 13 (0.11)
	10	익산-장수	0.812	8	2(0.07) 12(0.97)
	11	청원-상주	0.802	9	8(1.30) 12 (0.23) 13 (0.40)
	12	현풍-김천	1.000	1	10
	13	무안-나주	1.000	1	10
	14	나주-광주	0.792	10	8(0.06) 12 (0.07) 13 (0.12)
	15	안성-음성	0.704	13	8(0.18) 12 (0.05) 13 (0.69)
민 자 사 업	16	인천공항	0.546	19	2 (0.28) 8 (1.35)
	17	천안-논산	0.625	17	4 (0.36) 8 (1.00) 13 (0.06)
	18	대구-부산	0.658	16	2 (1.20) 12 (0.94)
	19	일산-퇴계원	0.438	23	13 (2.44)
	20	부산-울산	0.468	22	2 (0.02) 8 (0.94) 12 (0.12)
	21	서울-춘천	0.539	21	13 (2.89)
	22	용인-서울	0.689	14	13 (2.58)
	23	인천대교	0.597	18	2 (1.33)
	24	서수원-평택	0.375	24	2 (0.90)

16) 총합이 1이면 불변규모수익(CRS : constant returns to scale)를 의미하며 총합이 1보다 작으면 체감규모수익(DRS : decreasing returns to scale)을 의미한다

17) 2009 임병학,홍한국,임광혁 DEA/Window 분석을 통한 지방자치단체의 시대별 효율성 변화에 대한 연구: 부산광역시 자치구를 중심으로

[표 4-6] BCC 모형 건설 효율성 값

구분	번호	DMU	Score	Rank	Benchmarks
재 정 사 업	1	안중-당진	0.791	15	2 (0.83) 14 (0.17)
	2	대전-무주	1.000	1	7
	3	무주-함양	0.904	11	4(0.14) 12(0.59) 13 (0.27)
	4	당진-서천	1.000	1	7
	5	진주-통영	0.693	17	4(0.02) 12 (0.50) 13 (0.48)
	6	군산-무안	0.845	12	2 (0.11) 12 (0.89)
	7	상주-구미	1.000	1	0
	8	여주-충주	1.000	1	3
	9	대구-포항	0.553	22	4(0.15) 12 (0.84) 18 (0.00)
	10	익산-장수	0.831	14	12 (0.98) 18 (0.02)
	11	청원-상주	0.837	13	4(0.45) 12 (0.54) 13 (0.01)
	12	현풍-김천	1.000	1	12
	13	무안-나주	1.000	1	4
	14	나주-광주	1.000	1	3
	15	안성-음성	0.712	16	8(0.17) 12 (0.04) 13 (0.68) 14 (0.11)
민 자 사 업	16	인천공항	0.575	21	2 (0.43) 4 (0.34) 12 (0.23)
	17	천안-논산	0.641	19	2 (0.12) 4 (0.59) 8 (0.17) 12 (0.11)
	18	대구-부산	1.000	1	2
	19	일산-퇴계원	0.628	20	12(0.62) 21(0.29) 22 (0.08)
	20	부산-울산	0.472	20	2(0.05)4(0.04)8(0.77)12 (0.14)
	21	서울-춘천	1.000	1	1
	22	용인-서울	1.000	1	1
	23	인천대교	0.644	18	2 (0.19) 12 (0.81)
	24	서수원-평택	0.380	24	2 (0.87) 14 (0.13)

재정고속도로에 대하여만 별도로 DEA 건설효율성을 분석한 결과는 표 [4-7]과 같으며 대전-무주, 여주-충주, 현풍-김천, 무안-나주가 건설효율

성이 있는 것으로 나타났다.

[표 4-7] 재정고속도로 건설효율성 값

연번	DMU	Score	Benchmarks		
1	안중당진	0.775	2 (0.86)		
2	대전무주	1.000	4		
3	무주함양	0.882	8 (0.40)	12 (0.46)	13 (0.46)
4	당진서천	1.000	0		
5	진주통영	0.667	8 (0.04)	12 (0.36)	13 (0.77)
6	군산무안	0.786	2 (1.23)	12 (0.09)	
7	상주구미	0.947	2 (0.13)	8 (0.55)	
8	여주충주	1.000	7		
9	대구포항	0.542	8 (0.44)	12 (0.75)	13 (0.11)
10	익산장수	0.812	2 (0.07)	12 (0.97)	
11	청원상주	0.802	8 (1.30)	12 (0.23)	13 (0.40)
12	현풍김천	1.000	8		
13	무안나주	1.000	6		
14	나주광주	0.792	8 (0.06)	12 (0.07)	13 (0.12)
15	안성음성	0.704	8 (0.18)	12 (0.05)	13 (0.69)

민자 고속도로만을 대상으로 건설효율성을 분석한 결과 천안-논산,대구-부산, 서울-춘천, 용인-서울 등 4개 고속도로가 건설효율성이 있는 것으로 나타났다.

[표 4-8] 민자 고속도로 재정효율성 값

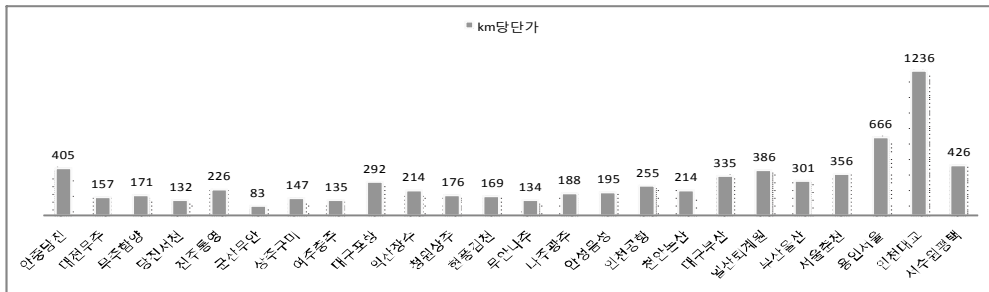
연번	DMU	Score	Benchmarks		
16	인천공항	0.920	17 (0.70)	18 (0.14)	
17	천안논산	1.000	4		
18	대구부산	1.000	4		
19	일산퇴계원	0.869	17 (0.10)	21 (0.82)	
20	부산울산	0.805	17 (0.45)	18 (0.09)	21 (0.05)
21	서울춘천	1.000	2		
22	용인서울	1.000	0		
23	인천대교	0.951	18 (0.53)		
24	서수원평택	0.646	17 (0.23)	18 (0.24)	

효율성 분석 값에 대하여 비교한 결과 재정고속도로의 효율성 평균값은 0.875이고, 민자 고속도로의 재정효율성 분석값은 평균값은 0.564으로 전체의 평균값은 0.735 으로 재정고속도로가 민자 고속도로보다 건설부문에서는 효율적인 것으로 나타났다.

3. 민자와 재정고속도로 건설단가 비교

총사업비를 단순히 도로연장으로 나눈 km당 단가는 그림 [4-1]과 같으면 대부분의 민자 고속도로가 300억/km을 초과 한다

[그림 4-1] 고속도로 km당 건설 당가



그러나 위의 자료는 물가 상승률을 감안하지 않은 자료로 실제 각 고속도로의 연도별 투자시기와 투자액이 다르므로 적절한 비교를 위해 2003년도를 기준으로 표[4-9]의 연도별 생산자 물가지수를 적용하여 각 연도의 환산가를 산출하고 이를 합산한 후 해당 고속도로의 총연장으로 나누면 km당 단가가 나온다.(이재철 2008, 채연채 2011)

[표 4-9] 연도별 생산자 물가지수(2005년 기준=100)

연도	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1995	1997
지수	61.32	62.23	64.83	67.89	69.36	70.41	73.32	75.7	78.2	81.2
연도	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
지수	91.1	89.2	91	90.6	90.3	92.3	97.9	100	100.9	102.3

자료 : 국가통계포탈(KOSID,2008)

표 [4-9]의 생산자 물가지수와 민자 고속도로 별 연도별 투자비를 참고하여 2003년 기준가격으로 환산하면 다음과 같다(채연태, 2011)

[표 4-10] 2003년 기준 민자 고속도로 km당 건설단가

구분	인천공항	천안-논산	대구-부산	서울-외곽	비고
2003환산가격	15,282억	14,907억	22,256억	16,447억	
km당단가	198.5억	184.1억	271.2억	453.1억	

동일한 방식으로 재정고속도로를 km당 건설단가를 2003년 기준으로 환산하면 다음과 같다

[표 4-11] 2003년 기준 재정고속도로 km당 건설단가

구분	대전-진주	당진-목포	청원-상주	익산-장수	현풍-김천
2003환산가격	24,027억	33,029억	13,072억	12,088억	9,352억
km당단가	149.2억	124.9억	162.4억	198.2억	150.9억

km당 건설단가를 살펴보면 인천-공항고속로는 198.5억 천안-논산 184.1억 대구-부산 271.2억 서울외곽 453.1억으로 4개고속도로의 km당 평균건설단가는 약 220.1억이다. 이에 비하여 재정고속도로인 대전-진주 외 4개고속도로의 평균 km당 건설단가는 157.1 억으로 민자 노선의 건설단가가 재정사업의 건설단가보다 40%이상 높게(km당 63억) 나타났다.(자료 : 채연태(2011) 정리) DEA 분석에서 나타난바와 같이 민자 고속도로가 재정고속도로에 비하여 효율성이 떨어진 것처럼 실제 고속도로 건설비를 물가 상승률을 감안하여 재산정한 결과를 비교하였으나 마찬가지로 민자 사업자의 고속도로 비용이 훨씬 많이 들었다.

이와 같이 재정고속도로에 비하여 민자 고속도로가 건설이 비효율적인 이유는 국가재정사업의 경우 최저가 경쟁 입찰을 하기 때문에 건설에 참여하는 업체들 간에 무한 경쟁을 통하여 설계가 대비 낙찰율이 평균 70% 미만으로 설계가에 비하여 훨씬 적은 비용으로 고속도로 건설이 가

능한데 비하여 민자 고속도로의 경우 사업 착수 단계부터 경쟁이 거의 없었고, 또한 공사착수 후 컨소시엄에 참여한 업체가 SPC¹⁸⁾를 설립하여 투자지분을 별로 공사 시공을 함에 따라 사실상 수의계약으로 공사를 발주함에 따라 재정사업에 비해 독점 이익을 가져가는 등 많은 비효율성이 있는 것으로 나타났다.

제 2 절 유지관리 효율성

1. 투입변수, 산출변수, 기술 통계량

운영유지관리 효율성은 인건비를 투입변수로 연장, 터널길이, 교통량을 산출요소로 하여 DEA 분석을 실시하였다.

[표4-12] 고속도로 운영 유지관리 효율성분석을 위한 변수 선정

투입변수	산출변수	분석 방법
인건비	도로길이,터널길이,교량길이,교통량	CCR, BCC

18) 특수한 목적을 수행하기 위해 일시적으로 만들어지는 일종의 페이퍼컴퍼니로서 대출채권, 리스채권, 외상매출채권 등의 자산을 집합(pooling)하여 이를 증권형태로 매각하는 자산유동화에 있어서는 서류상 회사형태의 유동화전문회사를 말한다. 특수한 목적을 수행하기 위해 일시적으로 만들어지는 일종의 페이퍼컴퍼니로서 대출채권, 리스채권, 외상매출채권 등의 자산을 집합(pooling)하여 이를 증권형태로 매각하는 자산유동화에 있어서는 서류상 회사형태의 유동화전문회사를 말한다. 유동화전문회사(SPC)는 양도받은 자산을 담보로 유가증권을 발행하기 때문에 이 증권의 신용도는 대상자산의 우량도 또는 원리금 회수가능성에 의하여 결정되는 것이지 자산보유자 자신의 신용위험(credit risk)과는 별개이다. 따라서 유동화증권은 적절한 구조를 갖추면 자산보유자의 신용등급보다 훨씬 좋은 등급을 받을 수 있으므로 조달금리가 크게 낮아진다. 또한 자산보유자의 자체 신용만 가지고는 가능하지 않았던 자본시장에서의 채권발행도 가능해진다 (두산백과)

재정고속도로 15개와 민자고속도로 9개의 투입변수와 산출변수의 기술통계량(평균, 표준편차, 최소값, 최대값)을 표 [4-14]와 같다. 투입변수인 인건비는 평균 26억이고 산출변수인 도로연장은 평균 64km, 교량길이는 평균 13,761m, 터널길이는 평균 7,687m, 교통량은 17,188,491대이다.

[표 4-13] 운영유지관리 효율성 기술 통계량

구분	인건비 {I}	도로길이 {O}	교량 {O}	터널 {O}	교통량{O}
평균	2,603,532,806	64.44	13,761	7,687	17,188,491
표준 편차	1,262,894,566	21.26	7,604	6,404	13,092,182
최소값	400,589,130	12.30	3,680	-	1,439,642
최대값	4,570,708,000	88.85	27,809	18,768	49,526,120
관측수	16	16	16	16	16

[표4-14] 유지관리 효율성 비교 분석 표본

노선명	인건비 {I}	연장 {O}	교량 {O}	터널 {O}	교 통 량 {O}
영천	3,820,133,000	69.37	25,518	18,768	12,020,231
영주	2,833,204,000	67.72	12,035	12,254	5,485,503
성주	2,696,560,000	61.92	23,933	11,770	1,439,642
상주	3,063,064,000	80.42	27,809	15,194	4,260,447
대구	3,455,389,000	72.25	4,342	287	29,285,602
군위	4,570,708,000	83.65	17,280	7,691	35,553,841
구미	4,258,625,000	72.91	13,176	0	15,872,012
고령	3,088,344,000	88.85	7,831	1,265	6,258,743
인천공항	2,656,294,190	68.45	11,622	635	19,699,050
천안논산	3,413,494,846	80.96	11,810	2,950	15,833,700
대구부산	2,078,477,047	82.10	23,375	10,884	14,253,615
일산퇴계원	783,288,165	58.62	8,500	11,800	31,585,275

부산울산	400,589,130	47.17	7,960	2,997	9,208,220
서울춘천	989,149,444	61.40	9,000	14,000	49,526,120
용인서울	902,879,678	22.90	3,680	12,500	14,304,350
인천대교	2,646,325,398	12.30	12,300	0	10,429,510
서수원평택	899,489,766	38.50	8,337	351	12,600,895

2. 고속도로 유지관리 효율성 분석

14개 재정사업과 15개 재정사업 운영유지관리 효율성에 대하여 DEA 분석을 한 결과 표 [4-16]와 같다 CCR 모형은 일산-퇴계원, 부산-울산, 서울-춘천 등 3개 민자 고속로가 효율적인 것으로 나타났다. BCC모형은 규모에 대한 수익 변화를 가정한 경우로 영천지사, 상주시사, 군위지사, 고령지사, 대구-부산고속도로, 일산-퇴계원, 부산-울산, 서울-춘천 등 8개 고속도로가 효율적인 것으로 나타났다

[표4-15] 고속도로 유지관리 효율성 분석 값

연번	DMU	CCR	BCC	규모효율성	규모수익
1	영천	0.435	1.000	0.435	IRS
2	영주	0.327	0.460	0.710	IRS
3	성주	0.489	0.832	0.554	IRS
4	상주	0.521	1.000	0.521	IRS
5	대구	0.232	0.450	0.515	IRS
6	군위	0.237	1.000	0.237	IRS
7	구미	0.158	0.369	0.428	IRS
8	고령	0.244	1.000	0.244	IRS
9	인천공항	0.253	0.499	0.507	IRS
10	천안논산	0.202	0.591	0.372	IRS
11	대구부산	0.607	1.000	0.607	IRS
12	일산퇴계원	1.000	1.000	1	
13	부산울산	1.000	1.000	1	
14	서울춘천	1.000	1.000	1	
15	용인서울	0.919	0.940	0.977	IRS

16	인천대교	0.234	0.330	0.709	IRS
17	서수원평택	0.512	0.534	0.958	IRS

유지관리 효율성은 투입요소인 인건비의 영향을 많이 받은 것으로 판단되며, 효율적으로 분석된 서울-춘천고속도로, 일산-퇴계원 고속도로, 부산-울산 고속도로의 경우 기술 통계 자료상 인건비 평균치인 26억에 비해 훨씬 적어 상대적으로 DEA 분석 결과 효율성이 우수한 것으로 나타난 것으로 보인다. 이는 당초 인건비 항목을 투입변수로 선정할 때 일반직원의 인건비는 유지관리 업무에 종사하는 모든 인원의 인건비를 포함할 계획이었으나, 실제 data는 유지관리비 중 많은 부분을 차지하는 통행료 수납이나 안전순찰 등의 비용을 인건비로 계리하지 않고 용역으로 시행하여 인건비 항목이 아닌 매출원가에 포함되었거나, 서울-춘천고속도로와 부산-울산고속도로는 표 [4-17]와 같이 한국도로공사에 통행료 수납 등 유지관리 업무를 외주¹⁹⁾하여 인건비의 비중이 상대적으로 적기 때문에 효율성이 우수한 것으로 나타난 것으로 보인다.

[표 4-16] 고속도로 운영관리 수탁용역 현황

사업명	2008	2009	2010	2011
계	53,054	23,702,699	39,595,732	45,079,356
부산울산고속도로운영관리수탁용역	53,054	13,506,288	15,208,434	18,743,615
서울춘천고속도로운영관리수탁용역		8,397,771	14,338,907	15,136,130
서수원평택고속도로운영관리수탁용역		1,798,640	10,048,391	11,199,611

자료 : 한국도로공사 내부자료

19) 한국도로공사와 3개 민자 고속도로 회사는 협약을 통하여 통행료 수납 등 고속도로 운영관리에 대하여 수탁용역을 통하여 한국도로공사가 대행하고 있다.

[표 4-17] CCR 모형 효율성값

연번	DMU	Score	순위	Benchmarks
1	영천	0.435	7	12 (1.07) 13 (2.07)
2	영주	0.327	8	12 (0.90) 13 (0.55)
3	성주	0.489	6	12 (0.32) 13 (2.66)
4	상주	0.521	4	12 (0.55) 13 (2.91)
5	대구	0.232	12	13 (1.01) 14 (0.40)
6	군위	0.237	10	13 (1.72) 14 (0.40)
7	구미	0.158	14	13 (1.64) 14 (0.02)
8	고령	0.244	9	13 (1.88)
9	인천공항	0.253	8	13 (1.28) 14 (0.16)
10	천안논산	0.202	13	13 (1.72) 14 (0.00)
11	대구부산	0.607	3	12 (0.24) 13 (2.68)
12	일산퇴계원	1.000	1	6
13	부산울산	1.000	1	13
14	서울춘천	1.000	1	6
15	용인서울	0.919	2	12 (1.06)
16	인천대교	0.234	11	13 (1.55)
17	서수원평택	0.512	5	13 (0.96) 14 (0.08)

유지관리효율성에 대한 DEA 분석을 규모에 대한 수익을 감안하여 CCR 모형에서 BCC 모형으로 변경하여 분석을 하여보면 효율성이 높아지는 것을 볼수 있다.

[표 4-18] BCC 모형 효율성값

연번	DMU	Score	순위	Benchmarks
1	영천	1.000	1	0
2	영주	0.460	7	11 (0.35) 12 (0.30) 14 (0.35)
3	성주	0.832	3	4 (0.19) 11 (0.79) 14 (0.02)
4	상주	1.000	1	1
5	대구	0.450	8	11 (0.53) 12 (0.08) 14 (0.39)
6	군위	1.000	1	0

7	구미	0.369	9	11 (0.61) 12 (0.39)
8	고령	1.000	1	0
9	인천공항	0.499	6	11 (0.42) 12 (0.58)
10	천안논산	0.591	4	11 (0.95) 12 (0.02) 14 (0.04)
11	대구부산	1.000	1	8
12	일산퇴계원	1.000	1	6
13	부산울산	1.000	1	2
14	서울춘천	1.000	1	6
15	용인서울	0.940	2	12 (0.68) 14 (0.32)
16	인천대교	0.330	10	11 (0.28) 13 (0.72)
17	서수원평택	0.534	5	11 (0.02) 13 (0.90) 14 (0.08)

CCR 분석의 일산-퇴계원, 부산-울산, 서울-춘천고속도로가 유지관리 효율성이 있는 것으로 나타났으나, 표 [4-14]의 운영유지관리효율성 자료의 기술 통계량을 살펴보면 인건비는 평균 26억이나 일산-퇴계원, 부산-울산, 서울 춘천등 3개 민자 고속도로 운영사의 경우 4억에서 9억 정도로 평균인 26억에 크게 미달되었다. 고속도로 운영관리회사에 문의한 결과 인건비의 상당부분이 매출원가에 포함되어 있는 것으로 확인되어 분석 대상에서 3개 고속도로를 제외 후 다시 DEA 분석을 실시하였다.

그 결과 대구-부산, 용인-서울, 서수원-평택 등 3개 고속도로가 유지관리 운영효율성이 있는 것으로 나타났다.

[표 4-19] CCR모형 유지관리 효율성 값(3개 민자회사 제외)

연번	DMU	Score	Benchmarks
1	영천	0.690	11 (0.99) 12 (0.64)
2	영주	0.645	11 (0.73) 12 (0.35)
3	성주	0.802	11 (1.01) 12 (0.06)
4	상주	0.846	11 (1.16) 12 (0.21)
5	대구	0.577	12 (0.83) 14 (1.38)

6	군위	0.527	12 (1.08) 14 (1.60)
7	구미	0.400	14 (1.89)
8	고령	0.675	11 (0.04) 14 (2.21)
9	인천공항	0.602	11 (0.00) 14 (1.78)
10	천안논산	0.564	11 (0.22) 14 (1.64)
11	대구부산	1.000	8
12	용인서울	1.000	6
13	인천대교	0.437	11 (0.39) 14 (0.39)
14	서수원평택	1.000	7

위의 3개를 제외한 6개 민자 고속도로만 따로 분석한 결과 역시 대구-부산, 용인-서울, 서수원-평택 등 3개 회사가 효율적인 것으로 나타났으며, 효율성에 대한 평균값은 0.772이다.

[표 4-20] 민자고속도로 유지관리 효율성 값(BCC)

9	인천공항	0.602	11 (0.00) 14 (1.78)
10	천안논산	0.564	11 (0.22) 14 (1.64)
11	대구부산	1.000	3
12	용인서울	1.000	0
13	인천대교	0.437	11 (0.39) 14 (0.39)
14	서수원평택	1.000	3

재정고속도로만 유지관리효율성에 대하여 분석한 결과 영천, 성주, 상주, 대구, 군위, 고령 등 5개지사가 효율적인 것으로 나타났고 나머지 지사도 효율성 값이 0.9을 넘어 전체적으로 효율적인 것으로 나타났으며, 효율성의 평균값은 0.945이다

[표 4-21] 재정 고속도로 유지관리 효율성 값(BCC)

연번	DMU	Score	Benchmarks
1	영천	1.000	0

2	영주	0.939	4 (0.78) 5 (0.01) 6 (0.06)
3	성주	0.978	4 (0.86)
4	상주	1.000	3
5	대구	1.000	2
6	군위	1.000	1
7	구미	0.722	4 (0.37) 5 (0.47) 8 (0.11)
8	고령	1.000	1

유지관리 효율성에 대한 DEA분석 결과 민자 고속도로가 재정고속도로에 비하여 효율적으로 나온 것은 여러 가지 원인이 있을수 있지만 DEA 분석시 사용한 자료의 한계 때문으로 보인다. 민자 사업자에 대한 통계 자료는 금융감독원의 공시시스템상의 감사 보고서를 이용하였으나, 민자 사업자별로 상이한 계정과목을 사용하여 사업자별 비교가 가능한 손익계산서상의 인건비만을 투입변수로 하여 효율성 분석을 하였으나 민자 사업자의 평균인건비는 16.4억으로 재정고속도로 지사 평균인 34억의 거의 절반(48.2%)밖에 되지 않아 민자사업이 전반적으로 효율적으로 나타난 것으로 보인다.

그러나 [표 4-22]의 민자구간 연도별 km당 유지관리 비용 현황에 따르면 2012년 기준으로 km당 유지관리비용은 도공은 3.00억원 수준이고, 민자 구간은 3.55억으로 민자 구간 대비 85% 수준이다. 또한 도공은 2008년이후 km당 비용이 감소추세($\Delta 1.4\%$), 민자 구간은 지속증가 추세($+3.5\%$)이다. 민자 구간은 국조 보조 및 물가 상승률을 반영한 요금인상으로 약 2배 수준의 높은 요금수준을 유지하고 있으며, 도공대비 km당 수익은 2.4배 높으며 km당 비용은 1.2배 높다

[표 4-22] 민자구간 연도별 km 당 비용 현황²⁰⁾

구분	도공	민자	인천 공항	천안 논산	대구 부산	서울 외곽	부산 울산	서울 춘천	서수 원	용인 서울	인천 대교
03	2.30	2.62	2.62								
04	2.35	2.30	2.30								
05	2.53	2.31	2.31								
06	2.73	2.44	2.52	2.37							
07	2.74	2.68	2.74	2.65	2.67						
08	3.17	3.10	3.25	2.67	2.76	3.82					
09	2.92	3.22	4.01	3.22	2.67	3.49	2.76				
10	3.01	3.29	3.71	3.20	2.91	3.49	2.84	2.62	3.33	3.46	5.6
11	2.95	3.36	3.22	3.31	3.20	3.54	2.82	2.93	3.34	3.45	6.11
12	3.0	3.55	3.37	3.42	3.26	4.28	3.00	3.07	3.56	3.57	5.92
연평균	3.00	3.4	2.8	6.3	4.1	2.9	2.8	8.2	3.3	1.6	2.8

자료 : 한국도로공사 내부 자료

이처럼 유지관리 비용에 대한 DEA분석 결과와 실제 수익 비용 분석 자료가 상이한 것은 투입 요소인 인건비가 민자 고속도로의 경우 민자고속도로 사업자간의 상이한 회계 계정 설정 및 회계처리로 비교 대상으로 한계가 있는 부분에서 시작 것으로 보다 정밀한 자료가 있었으면 현실을 잘 반영할 수 있는 모델이 되지 못해서 아쉬움이 남는 부분이다.

20) 손익계산서 영업비용에서 유료도로관리 이용권(임차자산개량권) 상각비를 제외한 금액을 4차로 환산 거리로 나눈금액이다

제 3 절 고속도로 수익 효율성 분석

1. 투입변수, 산출변수, 기술 통계량

민자고속도로 재정 고속도로의 수익 효율성은 고속도로 연장(km)과 인건비를 투입요소로 통행료 수입과 통행량을 산출요소로 하여 DEA 분석을 실시하였다. 민간사업자의 인건비 및 통행료 자료는 금융감독원의 전자공시시스템(<http://dart.fss.or.kr/>)의 기업감사 보고서의 연도별 손익 계산서 및 한국도로공사의 내부자료를 이용하였다.

고속도로 수익 효율성 분석을 위한 투입요소는 고속도로연장, 인건비를 선정하였고, 산출요소는 통행료 수입과, 통행량을 선정하였다 고속도로의 통행량은 개통 후부터 지속적으로 증가하기 때문에 분석의 정확성을 기하기 위하여 2009년부터 2012년까지 4년간의 자료를 분석하였다.

[표 4-23] 고속도로 수익 효율성분석을 위한 변수 선정

투입요소	산출요소	분석 방법
연장(km),인건비	통행료수입,통행량	CCR BCC

통행료 수입의 수익 효율성 분석을 위한 투입변수와 산출변수의 기술통계량(평균, 표준편차, 최소값, 최대값)을 표 [4-26]와 같다. 투입변수인 인건비는 평균 24억, 도로연장은 평균 62.9 km 이고 산출 요소인 일 통행량은 46,625대/일, 통행료 수입은 평균695억/년이다,

[표 4-24] 수익 효율성 기술 통계량

	연장{I}	통행료수입 {O}	통행량{O}	인건비{I}
평균	62.9	69,531,011,168	46,625	2,495,389,984
표준 편차	21.5	44,329,460,621	34,759	1,290,228,939
최소값	12.3	6,926,381,170	3,944	400,589,130
최대값	88.85	146,568,605,090	135,688	4,570,708,000
관측수	17	17	17	17

[표 4-25] 2012년 고속도로 수익 효율성 분석 샘플

연 번	구분	관리기관	연장 {I}	통행료수입 {O}	통행량{O}	인건비 {I}
1	재정	영천	69.37	49,547,183,730	32,932	3,820,133,000
2		영주	67.72	28,030,681,470	15,029	2,833,204,000
3		성주	61.92	6,926,381,170	3,944	2,696,569,000
4		상주	80.42	23,761,612,025	11,672	3,063,064,000
5		대구	72.25	107,756,512,306	80,235	3,455,389,000
6		군위	83.65	103,148,729,160	97,408	4,570,708,000
7		구미	72.91	59,942,609,940	43,485	4,258,625,000
8		고령	88.85	18,489,084,880	17,147	3,088,344,000
9		도공	38.59	3,691,523,273,852	3,859,395	356,428,336,000
10	민자	천안논산	80.96	126,568,921,739	43,380	3,413,494,846
11		인천대교	12.3	52,415,523,748	28,574	2,511,931,458
12		신대구부산	82.1	129,161,277,593	39,051	2,078,477,047
13		신공항	68.45	116,259,987,322	52,970	2,656,294,190
14		서울춘천	61.4	88,403,533,179	39,190	989,149,444
15		일산-퇴계원	58.62	146,568,605,090	86,535	783,288,165
16		부산울산	47.17	34,243,915,817	25,228	400,589,130
17		경수서울용인	22.9	41,464,449,607	135,688	902,879,678
18		서수원-평택	38.5	49,338,181,077	40,160	899,489,766

2. 고속도로 수익 효율성 분석

고속도로 수익 효율성 분석 자료는 2009년부터 2012년까지 4개년 자료를 DEA를 이용하여 분석하였다

DEA 분석을 통하여 민자 고속도로와 재정고속도로 관리 기관(한국도로공사 산하 8개 지사)의 수익 효율성을 구한 결과는 표 [4-26]과 같다.

[표 4-26] CCR 모형 연도별 비용 효율성 분석

연번	DMU	2009년	2010년	2011년	2012년	평균
1	영천	0.263	0.247	0.246	0.252	0.252
2	영주	0.171	0.158	0.153	0.150	0.158
3	성주	0.043	0.040	0.040	0.040	0.041
4	상주	0.122	0.116	0.111	0.108	0.114
5	대구	0.628	0.567	0.566	0.546	0.577
6	군위	0.625	0.513	0.463	0.458	0.515
7	구미	0.330	0.296	0.294	0.290	0.303
8	고령	0.089	0.083	0.083	0.082	0.084
9	도공전체	0.573	0.422	0.402	0.323	0.430
10	천안논산	0.568	0.528	0.566	0.565	0.557
11	인천대교	0.583	1.000	1.000	1.000	0.896
12	신대구부산	0.645	0.609	0.616	0.603	0.618
13	신공항	0.947	0.688	0.641	0.621	0.724
14	서울춘천	0.279	0.538	0.557	0.570	0.486
15	서울외곽	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
16	부산울산	0.416	0.427	0.415	0.534	0.448
17	서울용인	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
18	서수원평택	0.278	0.441	0.491	0.516	0.432

[표 4-27] BCC 모형 연도별 수익성 분석 결과

연번	DMU	2009년	2010년	2011년	2012년	평균
1	영천	0.376	0.325	0.320	0.325	0.34
2	영주	0.357	0.320	0.326	0.334	0.33

3	성주	0.318	0.348	0.353	0.362	0.35
4	상주	0.294	0.274	0.279	0.291	0.28
5	대구	0.642	0.594	0.606	0.581	0.61
6	군위	0.711	0.621	0.515	0.509	0.59
7	구미	0.405	0.340	0.336	0.335	0.35
8	고령	0.247	0.251	0.256	0.279	0.26
9	도공 전체	1.000	1.000	1.000	1.000	1.00
10	천안논산	0.601	0.547	0.591	0.603	0.59
11	인천대교	1.000	1.000	1.000	1.000	1.00
12	신대구부산	0.659	0.611	0.624	0.610	0.63
13	신공항	1.000	0.723	0.663	0.639	0.76
14	서울춘천	0.459	0.701	0.655	0.736	0.64
15	서울외곽	1.000	1.000	1.000	1.000	1.00
16	부산울산	1.000	1.000	1.000	1.000	1.00
17	서울용인	1.000	1.000	1.000	1.000	1.00
18	서수원평택	0.519	0.792	0.728	0.846	0.72

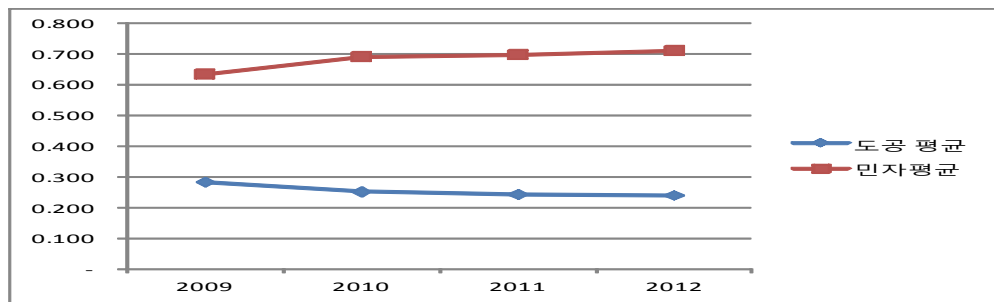
CCR 모형의 경우 인천대교, 서울외곽고속도로, 서울용인 고속도로 등 3개고속도로가 효율적인 것으로 나타났고, 재정고속도로의 경우 전부 비효율적인 것으로 나타났다. BCC 모형의 경우 특이하게 도공 전체를 대상으로 한 경우 효율적인 것으로 나타나 한국도로공사에 운영하는 대부분의 노선이 수익에 대하여 비효율적이나 규모의 경제가 있어 통합채산제로 운영할 경우 효율적 일수 있다는 것을 알 수 있다. 그러나 수익 효율성을 살펴보면 전반적으로 민간 사업자가 관리하는 구간이 한국도로

공사에서 관리하는 구간에 비하여 훨씬 효율적인 것을 알 수 있다.

[표 4-28] CCR 모델 연도별 효율성 증가값

구 분	2009년	2010년	2011년	2012년
도공 평균 효율성	0.284	0.253	0.245	0.241
민자평균 효율성	0.635	0.692	0.698	0.712

[그림 4-2] CCR 모델 수익 효율성 변동 추이

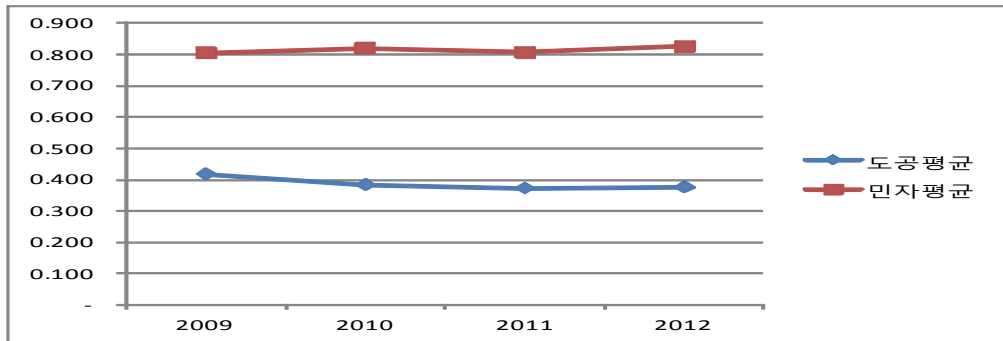


CCR 모델을 가지고 분석한 수익 효율성 자료를 보면 한국도로공사의 경우 수익 효율성이 연도별로 하락하는 모습을 보이는 반면 민자사업자의 경우 수익효율성이 증가하는 모습을 보이고 있어, 민간사업자들이 수익성과 밀접한 관련이 있는 통행요금 인상 등이 국가에서 직접 통행요금을 통제하는 한국도로공사에 비하여 보다 자유로운 것으로 보인다 CCR 모형의 경우 인천대교, 서울외곽(일산-퇴계원)순환고속도로, 서울 용인고속도로 등 3개 고속도로가 연도 별로 계속 효율적인 것으로 나타났다.

[표 4-29] BCC 모델 연도별 수익 효율성 분석 값

구 분	2009년	2010년	2011년	2012년
도공평균	0.419	0.384	0.374	0.377
민자평균	0.804	0.819	0.807	0.826

[그림 4-3] BCC 모델 수익 효율성 변동 추이



BCC 모델의 경우도 CCR 모델의 경우와 마찬가지로 한국도로공사의 경우 8개지사의 평균 수익효율성이 감소하는 추세이고, 민자 고속도로의 경우는 이와 반대로 지속적으로 증가하는 추세이다. 다만 한국도로공사 전체의 수익효율성은 개별지사의 효율성과 달리 규모의 경제를 감안한 CCR 모델의 경우 효율적인 것으로 나타나 원래 유료도로는 수익자 부담원칙에 따라 독립채산제로 관리하여야 하나 수익성이 적은 노선이나 적자 노선을 수익성이 높은 노선과 통합 관리하는 통합채산제로 운영할 경우 효율성을 확보 할 수 있는 근거가 될 수 있을 것이다

3. 민자 고속도로와 재정구간 통행료 비교

[표 4-30] 민자구간 통행요금²¹⁾과 도공 통행료 비교

구간	차로수	민자요금	도공요금	도공요금 대비
인천공항	6-8차로	8,000원	2,900원	2.76배
천안-논산	4차로	9,100원	4,300원	2.12배
대구-부산	4차로	10,100원	4,300원	2.35배
서울외곽	8차로	4,800원	2,700원	1.78배

21) 2012년 12월 현재 1종(승용차, 소형승합차, 소형화물차)기준임

부산-울산	4-6차로	3,800원	3,200원	1.19배
서울-춘천	4-8차로	6,500원	3,600원	1.81배
서수원-평택	4-6차로	3,100원	2,100원	1.48배
용인-서울	4-6차로	2,000원	2,000원	1.00배
인천대교	6차로	6,000원	2,000원	3.00배

출처 : 한국도로공사(2013)

[표 4-31] 한국도로공사와 민자구간의 수익 비용 분석

2012년기준	km당 영업수익	km당 비용	km당 영업이익	비고
민자구간(a)	19.19억	3.55억	15.63억	4차로 환 산기준
도공(b)	8.08억	3.00억	5.08억	
a/b	2.38배	1.119배	3.08배	

자료 : 한국도로공사 내부자료

표 [4-31]에서 보는 것처럼 민자구간의 km당 영업수익은 19.19억이고 한국도로공사의 영업수익은 8.08억으로 2.38배 달하고 영업 비용은 민자구간은 3.55억이고 한국도로공사의 경우 3억으로 1.119배 높은 수준으로 나타났다. 위의 표와 같이 민자사업자는 한국도로공사에 비하여 수익은 2.38배나 높은 반면에 비용은 1.119배가 많고, km당 영업이익을 살펴보면 민자구간은 15.63억이고 한국도로공사는 5.08억으로 3.08배나 차이가 난다. 민자사업자가 재정고속도로 운영자인 한국도로공사 보다 높은 수준의 영업이익을 올리는 이유는 재정고속도로보다 훨씬 높은 통행요금에 기인하는 것으로 민자 사업 도입 취지인 경쟁을 통한 요금인하 등 도입취지와 다른 결과를 나타나 민자 사업 전반에 대한 제도 개선이 필요할 것으로 보인다.

제 5 장 결론 및 정책적 제언

제 1 절 연구의 요약 및 결론

1990년대 이후 복지에 대한 수요 증가로 국민의 조세부담이 늘어남에 따라 부족한 재정을 대신하여 천안-논산고속도로 등 SOC 부문에 많은 민간 자본이 투입되었다. 그러나 민자 고속도로간의 경쟁을 통한 국민편익 증가 및 요금인하라는 긍정적 효과 보다는 운영 손실을 이유로 과도한 통행료 인상 및 최소수익보장제도(MRG)에 의한 국가 재정 부담 증가 등 각종 문제점이 발생 하고 있다.

따라서 실제 민자 고속도로가 당초 사업 취지대로 재정 고속도로에 비하여 효율적으로 건설 운영되어 지고 있는지에 대한 성과 측정이 필요한 시점으로 본 연구는 민자 사업자가 운영 중인 민자 고속도로와 한국도로공사가 운영 중인 재정 고속도로에 대하여 건설, 유지관리, 수익성 측면에서 효율성을 측정 비교 하여 개선 방안을 찾고자 하였다.

본 연구의 대상은 현재 공용중인 민자 고속도로와 한국도로공사에서 운영하고 있는 재정 고속도로를 대상으로 하며, 건설, 유지관리, 수익 효율성 측정을 위해 자료포락분석(DEA : Data Envelopment Analysis) 모형을 사용 하였다.

고속도로 건설은 노선지정부터 실시설계, 공사착공, 준공 까지 모든 단계가 모두 포함되며, 유지관리는 고속도로 준공이후 고속도로의 기능유지를 위한 각종 보수 및 제반관리 활동을 말하며, 수익활동은 고속도로 이용객에게 빠르고 안전한 도로 서비스를 제공하여 통행료를 받는 영리행위를 말한다. DEA 모형에 의한 효율성 분석을 위하여는 투입변수와 산출변수를 선정해야 하는데 건설 효율성을 측정하기 위한 투입변수로 총건설비용을, 산출변수로 도로 길이, 터널길이, 교량길이를 선택하였

다. 유지관리 효율성을 측정을 위한 투입변수는 인건비를 포함시키고 산출변수로는 도로 길이, 교량길이 및 터널길이, 교통량을 포함하였다. 수익효율성 측정을 위한 투입변수로 인건비와 도로 길이를 포함시키고 산출변수로 통행료 수입과 교통량을 포함시켰다.

DEA 분석 대상에는 건설효율성 평가를 위하여 재정사업 15개 노선과 민자 사업 9개 노선을 선정하였고, 구체적인 유지관리 및 수익 효율성분석을 위하여 민자 사업 9개 노선과 한국도로공사에서 실제로 유지관리 및 행료 수납 업무를 담당하는 8개 지사를 선정하여 실제로 수집된 자료를 가지고 고속도로 건설효율성, 유지관리효율성, 수익효율성을 DEA모형에 대입하여 윈도우용 DEA 분석소프트웨어인 EMS 3.1을 사용하여 분석하였다.

첫째로, 15개 재정사업과 9개 민자사업의 건설효율성에 대하여 DEA 분석결과 재정고속도로가 CCR 모형이나 BCC 모형 모두 효율적인 것으로 나타났다. CCR 모형의 경우 대전-무주고속도로, 당진-서천고속도로 여주-충주고속도로, 현풍-김천고속도로, 무안-나주 고속도로 등 15개 고속도로중 5개가 효율적인 것으로 나타났다. BCC 모형은 규모에 대한 수익 변화를 가정한 경우로 대전-무주고속도로, 당진-서천고속도로 여주-충주고속도로, 현풍-김천고속도로, 무안-나주 고속도로 등 5개 재정고속도로 이외에 추가적으로 상주-구미고속도로, 나주-광주고속도로, 대구-부산고속도로, 서울-춘천고속도로, 용인-서울고속도로 등 총 10개가 효율적인 것으로 나타났다. 그러나 효율적으로 나타난 민자 고속도로의 경우는 재정고속도로의 벤치마크수(대부분 7-10개)에 비하여 벤치마크수가 1-2개로 재정고속도로에 비하여 상대적으로 효율성이 부족한 것으로 나타났다. BCC모형은 규모에 대한 수익 증가를 가정한 모델로 민자 고속도로중 대구-부산고속도로, 서울-춘천고속도로, 용인-서울 고속도로 등 3개의 고속도로가 추가적으로 효율적인 것으로 나타났으나, 재정고속도로의 벤치마크수(대부분 7-10개)에 비하여 벤치마크수가 1-2개로 재정고속도로에 비하여 상대적으로 효율성이 부족한 것으로 나타났다. 이와

같이 재정고속도로에 비하여 민자 고속도로가 건설이 비효율적인 이유는 국가재정사업의 경우 최저가 경쟁 입찰을 하기 때문에 건설에 참여하는 업체들 간에 경쟁을 통하여 설계가 대비 낙찰률이 평균 70% 미만으로 설계가에 비하여 훨씬 적은 비용으로 고속도로 건설이 가능한데 비하여 민자 고속도로의 경우 사업 착수 단계부터 경쟁이 거의 없었고, 공사 착수 후 컨소시엄에 참여한 업체가 SPC를 설립하여 투자지분율에 따라 사실상 수익계약으로 공사를 발주하여 재정사업에 비해 독점 이익을 가져가는 등 재정고속도로에 비해 많은 비효율성이 있는 것으로 나타났다.

두 번째로 민자 고속도로와 재정고속도로 중 한국도로공사가 관리하는 8개지사의 유지관리 효율성을 분석한 결과 CCR 모형은 일산-퇴계원, 부산-울산, 서울-춘천 등 3개 민자 고속도로가 효율적인 것으로 나타났다. BCC모형은 규모에 대한 수익 변화를 가정한 경우로 영천지사, 상주지사, 군위지사, 고령지사, 대구-부산고속도로, 일산-퇴계원, 부산-울산, 서울-춘천 등 8개 고속도로가 효율적인 것으로 나타났다. 유지관리 효율성은 투입요소인 인건비의 영향을 많이 받은 것으로 판단되며, 효율적으로 분석된 서울-춘천고속도로, 일산-퇴계원 고속도로, 부산-울산 고속도로의 경우 기술 통계 자료상 인건비 평균치인 26억에 비해 훨씬 적어 상대적으로 DEA 분석 결과 효율성이 우수한 것으로 나타난 것으로 보인다.

세 번째로 민자 고속도로와 재정고속도로에 대한 수익효율성에 대하여 분석을 하였는데 CCR 모형의 경우 인천대교, 서울외곽고속도로, 서울용인 고속도로 등 3개고속도로가 효율적인 것으로 나타났고, 재정고속도로의 경우 전부 비효율적인 것으로 나타났다. BCC 모형의 경우 특이하하게 한국도로공사 전체를 대상으로 한 경우는 효율적인 것으로 나타났다. 이는 한국도로공사에 운영하는 대부분의 노선이 수익에 대하여 비효율적이나 규모의 경제가 있어 통합채산제로 운영할 경우 효율적 일수 있다는 것을 알 수 있다. 수익효율성을 살펴보면 전반적으로 민간 사업

자가 관리하는 구간이 한국도로공사에서 관리하는 구간에 비하여 훨씬 효율적인 것을 알 수 있다.

CCR 모델을 가지고 분석한 수익 효율성 자료를 보면 한국도로공사의 경우 수익 효율성이 연도별로 하락하는 모습을 보이는 반면 민자 사업자의 경우 수익효율성이 증가하는 모습을 보이고 있어, 민간사업자들이 수익성과 밀접한 관련이 있는 통행요금 인상 등이 국가에서 직접 통행요금을 통제하는 한국도로공사에 비하여 보다 자유롭기 때문으로 보인다. CCR 모형의 경우 인천대교, 서울외곽(일산-퇴계원)순환고속도로, 서울 용인고속도로 등 3개 고속도로가 년도 별로 계속 효율적인 것으로 나타났다. BCC 모형의 경우도 CCR 모형의 경우와 마찬가지로 한국도로공사의 경우 8개지사의 평균 수익효율성이 감소하는 추세이고, 민자 고속도로의 경우는 이와 반대로 지속적으로 증가하는 추세이다.

BCC 모형의 경우 특이하게 도공 전체를 대상으로 한 경우 효율적인 것으로 나타나 한국도로공사에 운영하는 대부분의 노선이 수익에 대하여 비효율적이나 규모의 경제가 있어 통합채산제로 운영할 경우 효율적일 수 있다는 것을 알 수 있다. 그러나 수익효율성을 살펴보면 전반적으로 민간 사업자가 관리하는 구간이 한국도로공사에서 관리하는 구간에 비하여 훨씬 효율적인 것을 알 수 있다. 이는 한국도로공사보다 보다 통행료 인상등이 훨씬 용이한 점에 기인하는 것으로 보이며, 한국도로공사의 경우 정부의 물가통제 정책으로 인하여 쉽게 통행료 인상이 어려워 민간고속도로의 비하여 수익효율성이 떨어지는 것으로 보인다.

제 2 절 정책적 제언

민자 고속도로는 최저가 입찰로 경쟁 입찰을 하는 재정고속도로에 비하여 서울-춘천고속도로와 같이 단위사업별로 단일 권소시움이 사업에 참여함으로써 대정부 협상력 강화 및 이윤 극대화를 추구하고 있다.

건설제안단계에서는 물론 사업시행자로 결정되어 공사 중에도 사업에 참여한 업체와 SPC간의 수의계약 등을 통하여 재정고속도로 대비 30% 이상의 시공이윤을 가져감에 따라 총사업비가 증가하여 통행료 인상요인이 되고 있다. 따라서 민자 사업 착수단계부터 경쟁을 통해 총사업비를 줄일 수 있는 방안을 강구하여야 하는데 가장 중요한 것은 시장 경제의 기본 원리인 경쟁을 유도하여 민간의 창의와 효율을 공공부분에 도입하겠다는 본래의 취지 맞게 사업을 추진할 수 있도록 제도적인 개선이 필요하다

현재 민자 고속도로 통행료는 도로공사가 관리 하는 고속도로 통행료보다 평균 0.9~2.9배 정도 높으나 한국도로공사의 통행료는 공공요금으로 정부의 물가인상 억제 대책등 각종 제약 요인으로 인상에 어려움이 있으나 민자 고속도로 구간의 통행료는 매년 물가상승분만큼 인상되어 고속도로 이용 국민들에게 부담을 지우고 있다. 민자 고속도로의 경우 단순하게 통행료 인상을 억제할 경우 민간사업자의 손실분만큼 최소수익보장제도(MRG)를 통하여 정부의 재정 부담이 증가하므로 통행료 자체를 낮추기 위한 다양한 방안을 검토하여야 한다. 그 방안중 하나가 ‘유동화²²⁾’ 방안으로 현재 정부가 관리하는 민자 고속도로 9곳은 모두 BOT(Build-Operate-Transfer) 방식으로 민간이 건설비용을 부담한 대신 운영권을 가져가 정부와 협의한 기간동안 고속도로 운영을 통해 수익을 얻는 식이다. 운영기간이 끝나면 시설물은 국가에 귀속되는데 ‘유동화’ 방안은 민자 운영기간이 끝난 뒤부터 발생하는 수익은 국가 것인 만큼 이를 활용하여 저렴한 자금을 금융권으로 조달받아 통행료 인하에 활용한다면 통행료를 문제를 해결할 수 있는 방안이 될 것으로 생각된다.

민자 사업의 사업성 즉 경제성과 관련하여 가장 중요한 것은 적정한

22) 민자사업의 경우 30년 운영기간 종료후 국가 소유가 되는데 이소유권을 (미래운영권)에서 발생하는 수익을 유동화하 시키는 것을 말한다. 즉 미래운영 미래운영권을 담보로 금융권으로부터 자금을 조달받아 통행료 인하에 사용하겠다는 정부의 구상이다.

교통수요 예측이다. 천안-논산 고속도로 등 현재 운영 중인 민자 고속도로에서 보듯이 민간사업자가 경제적 이익을 확보하기 위하여 교통 수요를 과다하게 부풀리고 있다. 교통 수요 예측부족으로 정부에서 지원한 보조금도 해도 2012년 현재까지 1조 2,364억에 달하고 있다. 이로 인하여 국가재정에 막대한 악영향을 끼침을 물론 민자 사업자의 손실 보전을 이유로 통행료를 인상하여 이중적으로 국가경제 및 국민생활에 악영향을 미치고 있다. 따라서 교통수요예측의 신뢰성을 높이기 위해서는 우선 정부차원에서 보다 정확한 기초통계자료를 제공하여야 하며 민간사업자가 제안한 교통수요 예측 결과를 보다 면밀히 검증 할 수 있는 시스템이 필요하다 장기적으로는 합리적인 교통수요예측 기법개발과 기술발전을 위하여 전문 인력, 공공기관 등 다양한 전문가 집단으로 협의체를 구성하여 국가 등의 민간 투자 사업에 대한 타당성 검토 기법 개발 및 DB 구축에 대한 연구가 지속적으로 시행되어야 함은 물론 정부와 민간사업자간의 정보 비대칭성에 따른 도덕적 해이가 발생하지 않도록 교통수요예측에 대한 책임을 민자 사업자가 지도록 하여 자발적으로 이러한 일이 발생하지 않도록 하는 제도적인 개선방안도 필요 하다.

이상에서 살펴본바와 같이 아무리 좋은 취지로 제대로 도입한다고 해도 결국 민간사업자의 최종적인 목표는 이윤극대화가 될 수밖에 없다. 따라서 도입 취지대로 민자 고속도로가 재정고속도로와 경쟁을 통하여 긍정적인 효과가 발생하기 위해서는 사업 착수 단계부터 총사업비 관리, 정확한 교통수요, 부정확한 교통수요예측에 대한 패널터를 부과, 과도한 운영 수익보장으로 민자 사업자의 수익증대 노력이 감퇴하는 도덕적해이가 나타나지 않도록 하여야 한다.

참 고 문 헌

<단행본>

기획예산처(2007) 민간투자사업 업무 매뉴얼
김성호 외 2(2007), 『효율성 분석 이론과 활용』 : 서울경제경영
국회예산정책처, 안태훈 (2013) 민자투자사업 적격성 조사평가
노만 매트로프/권정민 (2012), 빅데이터 분석도구 R 프로그래밍
송병록(2002) SOC민간투자 제도 발전 방안 연구
이정현외 1 (2012) 『효율성 분석 이론』 지필미디어
이재철(2008), 수익형 민자사업의 재정부담과 개선방안
유금록 (2004), 『공공부문의 효율성 측정과 평가』 : 대영문화사
최봉환, 신종섭(2009) 고속도로 정책의 이해
한국도로공사 (2011), 고속도로 통계분석
한국도로공사(2013) 예산 집행 실적 분석
한국교통연구원(2010), 전국교통혼잡비용추정과 추이분석
한국교통연구원(2012), 국가물류비산정방법 개선
한국은행 (2001), 건설투자의 경제적 파급효과

<신문·잡지 기타>

국토해양부 도로업무 편람(2006,2007,2008,2009,2010,2011,2012)
E나라지표 <http://www.index.go.kr/egams/index.jsp>
대한건설협회(2011)SOC 민간투자사업 성과평가와 발전방안 연구(
EMS : Efficiency Measurement System User's Manual (Holger
Scheel)

<논문>

김건위, 최호진 DEA 기법 적용상의 유의점에 관한 연구 - 지방행정분야를 중심으로

김상수(2006), “SOC 민간투자사업의 평가와 개선방안에 관한 연구”

김양숙(2008) DEA를 이용한 항공사 운영 효율성 평가

김태혁, 김병철 DEA Window 모형을 이용한 동태적 효율성 분석-국내손해보험사를 대상으로

서재원(2006), “대학간 M&A가 대학도서관 운영효율성에 미치는 효과 연구”

서호준 (2011) 공공부분에 대한 효율성 측정기법의 적용: 국내 중소기업 신용보증기관의 사례분석을 중심으로

성경완(2008) DEA를 활용한 은행영업점 성과평가

송병록(2002) SOC민간투자 제도 발전 방안 연구

신성우(2011), 공공서비스 민간위탁 효과에 관한 실증 연구

신종섭외1(2009) “고속도로 민간투자사업과 D공사 고속도로사업의 효율성 비교, 생산성론집 제23권 4호

신병찬(2012) 공공사업의 추진과정에서의 갈등관리에 관한 연구

엄준용 DEA를 이용한 대학원의 효율성 분석

이윤재(2008) 고속도로 민자사업 소개 및 제도 개선 방안 고찰

임병학, 홍한국, 임광혁(2009) DEA/Window 분석을 통한 지방 자치단체의 시대별 효율성 변화에 관한 연구 : 부산광역시 자치구를 중심으로

임지영, 김미자, 박창기, 김정윤 방문건강관리사업 효율성 평가를 위한 방법론적 접근 - 자료포락분석법의 적용

조준택(2007), “경찰조직의 상대적 효율성 측정에 관한 연구”

채연태(2012) 민간투자사업의 효율성 평가

Abstract

DEA Analysis of privately financed and publically financed highways

YUG-JIN KIM

Department of Public Enterprise Policy

The Graduate School

of Public Administration

Seoul National University

This study examined construction, maintenance, and operating efficiency of nine privately financed and publically financed highways based on DEA (Data Envelopment Analysis). About 36 trillion won of private capital have been injected into SOC sectors such as Cheonan-Nonsan Expressway since 1990s due to a lack of public finance. However, there have been a lot of problems such as excessive toll hike or increasing financial burden for the government derived from MRG (Minimum Revenue Guarantee) rather than a positive effect of increasing convenience for people through competition. Thus, it has been the time to examine that privately financed highways are in fact constructed, maintained and operated efficiently compared to publically financed highways.

In order to examine efficiency in construction, 15 routes of publically financed highways and 9 routes of privately financed highways were chosen. For examining maintenance state and profit efficiency analysis, 9 routes of privately finances highways and 8 routes that were managed by Korea Expressway Corporation in maintenance and toll collection were selected. Collected data were analyzed in their efficiency in construction, maintenance and profit by using EMS 3.1, which is DEA analysis software for windows.

First of all, after being analyzed by DEA, it has been founded that publically financed highways are more efficient in construction. The reason why privately financed highways are less efficient in construction is that if it were for public project, they conduct competitive bidding. It means that through the competition among companies that are participating in the construction, they could build a highway in much less prices, 70% lower price compared to the designed one in average. In contrast, private highway projects tend to have much less competition from the start. Moreover, after it starts construction, companies who are participating in consortium establish SPC and proceed construction in accordance with Investment stake; virtually order construction in a private contract. In other word, it has much more inefficiency in that it takes exclusive benefit compared to public highways.

Second, it has been discovered that after conducting analysis over 8 highways that were managed by Korea Expressway Corporation, private highways show more efficiency in maintenance. When labor cost were planned to set up as an input factor, all labor cost of employees were meant to be included. However, toll fee or patrol cost, which take a lot of proportion among labor cost, were excluded from the labor cost and included in sales cost. Moreover, Korea Expressway Corporation gives outsourcing maintenance task for Seoul to Chuncheon highway and Busan-Ulsan highway, which mean that there were fewer amounts that can be included in the labor cost. That is the reason that private highways show relatively high efficiency.

Third, after conducting cost efficiency analysis, private highway overall shows much more efficiency over public highway. This can be derived from that fact that private highways are more likely to increase toll fee. It is not easy for Korea Expressway Corporation cannot due to the government's price control.

Toll for private highways is 0.9 to 2.9 times higher than that of public highways on average. However, public highways are not subject to increase their toll since there are a lot of things they need to worry about such as the government's policy direction on price control. On the other hand, toll on private highway tends to be increased every year in line with price increase and imposing burdens on everyone.

As described above, no matter how good the purpose is, end result of private company has to be the one that could maximize their profits. Thus, in order to spur a positive effect between two, it has to be guaranteed that moral hazard, which can be caused by private company's decreasing effort to maximize their profit, should not occur. This can be done by managing whole project expense, expecting accurate traffic and imposing penalty on inaccurate expectation.

Key words: DEA(Data Envelopment Analysis), Privately financed highway, Publically financed highway, SOC, Efficiency

Student number:2012-22755